

Schlussbericht Mai 2003

Gütesiegel für Planer von Geothermieranlagen, Geothermiepreis

Phase I (2002)

ausgearbeitet im Namen der

Schweizerischen Vereinigung für Geothermie
2502 Biel-Bienne

durch

Dr. Walter J. Eugster
Polydynamics Engineering Zürich
Malojaweg 19, 8048 Zürich
wje@polydynamics.ch

in Zusammenarbeit mit

Dr. Mark Eberhard, Eberhard & Partner AG, 5001 Aarau
Markus Koschenz, EMPA, 8600 Dübendorf
Marcel Morath, Lippuner & Partner AG, 9472 Grabs
Ernst Rohner, Engeo AG, 9212 Arnegg

Zusammenfassung

Ziel des Projektes ist es, die für die Auslegung von grossen und kleinen Geothermieranlagen nötige Sensibilität der involvierten Planer und Installateure für die Untergrundprobleme zu schaffen und das nötige Grundwissen für eine korrekte Auslegung solcher Anlagen zu vermitteln. Dies soll stufenweise mit Hilfe von Ausbildungskursen erfolgen. Die einzelnen Teilschritte sind vorgegeben. Die erfolgreichen Absolventen dieser Kurse erhalten eine Bescheinigung, welches diese im Sinne der angestrebten Qualitätssicherung verpflichtet, das vermittelte technische Vorgehen anzuwenden.

Das Konzept sieht vor, das Geothermie-Label auf drei Schwierigkeitsstufen auszurichten. Schwerpunkt bilden die drei Anlagentypen Erdwärmesonden-, Grundwasser- und Energiepfahl-Anlage. Die drei Stufen umfassen (siehe Beilage: Ablaufschemata Stufe I-III):

- Stufe I (Geothermie-Label C): Einfache Kleinanlagen mit reinem Heizbetrieb.
- Stufe II (Geothermie-Label B): Mittलगrosse Anlagen im Heizleistungsbereich zwischen 30 und ca. 100 kW. Häufige technische Spezialfälle im Klein- wie Grossanlagenbereich.
- Stufe III (Geothermie-Label A): Grosse Anlagen zum Heizen und Kühlen mit Heizleistungen >> 100 kW. Diese Stufe umfasst wiederum alle drei Anlagentypen. Von der Nutzungsart her sind v.a. Spezialanforderungen wie die Garantierung enger Nutztemperaturbereiche aus dem Untergrund, saisonale Speicherung etc. enthalten.

Das Zertifikat der Stufen I und II wird nach dem Besuch von speziell dafür ausgerichteten Kursen von zwei (Stufe I) und evtl. mehr (Stufe II) Tagen Dauer bzw. nach dem Absolvieren einer praktischen/theoretischen Prüfung erteilt. Als Schulungsmaterial dienen speziell für diesen Anlass hergestellte Dokumentationen mit entsprechenden Ablaufschemen, Vorgehensrezepten und notwendigen Hintergrundinformationen.

Die aktuelle Arbeitsgruppe soll den Arbeitsausschuss für dieses Projekt bilden und den Hauptteil der Projektarbeit leisten und organisieren. Ein Zuzug von externen Spezialisten ist im Bedarfsfall vorgesehen.

Abstract

Main goal of the project is to improve considerably the involved planners' and installers' sensitivity of underground problems, necessary for dimensioning small and large geothermal plants, and to impart the important basic knowledge for a correct sizing of such plants. This is to take place gradually by training courses. The successful graduates of these courses receive a certificate, which is at the same time an obligation to use the obtained technical procedures.

The concept plans to align the geothermal label with three difficulty levels. Main emphasis is placed on the following three geothermal plant types: borehole heat exchangers, groundwater use and energy pile plants. These three levels cover (see appendix: Flow charts level I-III):

- Level I (geothermal label C): Simple small plants with pure heating operation.
- Level II (geothermal label B): Medium sized plants within the heat capacity range between 30 and approx. 100 kW. Frequently found special cases (for both small and medium sized installations)
- Level III (geothermal label A): Large plants for heating and cooling operation with heat capacities >> 100 kW. This level covers again all three plant types. Technical topics like special requirements (e.g. guaranteeing close temperature ranges out of the underground,

Diese Arbeit ist im Auftrag des Bundesamtes für Energie entstanden. Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich

seasonal storage) are covered.

The level I and II certificates are granted after successful attendance of the courses (level I: 1 - 2 days; level II: > 2 days) and/or after having passed a practical/theoretical examination. All instruction material is especially prepared for these trainings and consists of a technical documentation including flow charts, procedure prescriptions and recipes and the important background knowledge

The current work group is to form the working committee for this project and to carry out and organize the main part of the work on the project. External specialists are consulted in the case of need.

Résumé

Le but principal du projet est d'améliorer considérablement la sensibilité des planificateurs et installateurs pour des problèmes souterrains, qui est nécessaire pour dimensionner des petites et grandes installations géothermiques, et pour donner la connaissance de base importante pour la travail de dimensionnement correct de telles installations. Ce doit avoir lieu graduellement par des cours de formation. Les diplômés réussis de ces cours reçoivent un certificat, qui est en même temps une obligation d'employer les procédures techniques obtenues.

Le concept prévoit d'aligner le label géothermique avec trois niveaux de difficulté. L'accent principal est mis sur les trois types d'installations géothermiques suivants: les sondes géothermiques, l'utilisation d'eaux souterraines et les pieux énergétiques. Ces trois niveaux couvrent (voir l'annexe: organigrammes des niveaux I-III):

- niveau I (label géothermique C): installations petites simples pour que de chauffage.
- niveau II (label géothermique B): installations de taille moyenne (puissance de chauffage entre 30 et environ 100 kW). Cas particulières techniques fréquentes (petits et grandes installations).
- niveau III (label géothermique A): Grandes installations pour le chauffage et le refroidissement avec des puissance de chaleur > > 100 kW. Ce niveau couvre chacun des trois types d'usine. Des thèmes techniques comme des conditions spéciales (par exemple garantissant des températures très constantes hors du sous-sol, stockage souterrain et saisonnier) sont couvertes.

On accorde le niveau I et II des certificats après l'assistance réussi des cours (niveau I: 1 - 2 jours; niveau II: > 2 jours) et/ou ensuite après avoir passé un examen pratique/théorique. Tout le matériel d'instruction est particulièrement préparé pour ces formations et se compose d'une documentation technique comprenant des organigrammes, des prescriptions de procédé et des recettes et les connaissances de base importantes.

Le groupe de travail courant doit former le comitée fonctionnant pour ce projet et effectuer et organiser la partie principale du travail sur le projet. Des spécialistes externes sont consultés dans le cas du besoin

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	1
Abstract.....	1
Résumé	2
1. Einleitung.....	4
1.1. Ausgangslage.....	4
1.2. Projektziele.....	4
1.3. Vorgehen.....	4
2. Geothermie-Label.....	5
2.1. Veranlassung, Notwendigkeit, Abgrenzung	5
2.2. Konzept	6
2.3. Schulung und Ausbildung.....	6
2.4. Personelle Organisation	7
3. Zeitplan, Arbeitsplan.....	7
4. Kostenschätzung.....	8
4.1. Kosten 2003	8
4.2. Kosten 2004 (Grobschätzung)	9
5. Schlussfolgerungen	9
6. Literatur	9
Beilagen.....	10

1. Einleitung

1.1. Ausgangslage

Monovalente Erdwärmesonden-Heisanlagen erfreuen sich bei neu gebauten Einfamilien- und kleinen Mehrfamilienhäusern grosser Beliebtheit. Wegen der Einfachheit der Systeme können diese heute in der Regel „ab Stange“ gekauft werden. Kleine EWS-Anlagen werden oft auch über die Wärmepumpenverkäufer (z.B. Hersteller auf Publikumsmessen) direkt verkauft. Solche im Schweizer Mittelland erstellten Kleinanlagen zur reinen Gebäudeheizung erfordern kein eigentliches geothermisches Engineering durch Spezialisten. Meist werden diese Anlagen durch den Installateur gemäss der technischen Unterlagen der Wärmepumpenhersteller „ausgelegt“ und installiert.

Sobald solche Kleinanlagen nicht mehr im Mittelland zu stehen kommen, sobald besondere Untergrundverhältnisse vorherrschen, wenn Kleinanlagen in dichter Bebauung erstellt werden oder wenn sie nicht mehr nur zur Gebäudeheizung benutzt werden, ist dies bei der Auslegung der Anlagen gebührend zu berücksichtigen, um ein langjähriges problemfreies Funktionieren der Anlage wie im obigen einfachen Fall zu ermöglichen.

Grössere Erdwärmennutzungs-Anlagen (nach VDI 4640: > 30 kW) wie EWS-Felder, Geostrukturen, Grundwassernutzungen und Nutzung von warmen Tunnelwässern sowie mittelgrosse Anlagen in höher gelegenen Gebieten der Schweiz, bivalente Anlagen, Heizen und Kühlen, saisonale Speicherung, evtl. Kopplung an solarthermische Anlagen erfordern jedoch gute Kenntnisse der im Untergrund ablaufenden Vorgänge. Hier ist Engineering durch Geothermie-Spezialisten unerlässlich.

Üblicherweise werden solche kleine und grössere Anlagen durch Installateure und evtl. Heizungsplaner ausgelegt, welche durchaus gute Kenntnisse der Haustechnik und der Wärmepumpentechnik besitzen (können), welche aber kaum Kenntnisse über Verhalten und Art des zu erwartenden Untergrundes besitzen (können).

1.2. Projektziele

Ziel des Projektes ist es, die für die Auslegung von Geothermieranlagen nötige Sensibilität der involvierten Planer und Installateure für die Untergrundprobleme zu schaffen und das nötige Grundwissen für eine korrekte Auslegung solcher Anlagen zu vermitteln. Dies soll stufenweise mit Hilfe von Ausbildungskursen erfolgen. Die einzelnen Teilschritte sind vorgegeben. Die erfolgreichen Absolventen dieser Kurse erhalten eine Bescheinigung, welches diese im Sinne der angestrebten Qualitätssicherung verpflichtet, das vermittelte technische Vorgehen anzuwenden.

1.3. Vorgehen

In einer ersten Phase soll durch eine Projektgruppe der grobe Rahmen und der Projektablauf vorgegeben werden. Die einzelnen Teilschritte werden phasenweise definiert bzw. angepasst.

2. Geothermie-Label

2.1. Veranlassung, Notwendigkeit, Abgrenzung

Grössere Geothermie-Anlagen, insbesondere Erdwärmesonden-Anlagen, Anlagen mit Grundwassernutzung oder mit Energiepfählen, nehmen beinahe jährlich an Bedeutung und Anzahl zu. Immer mehr planende Installateure und Planungsbüros sind mit in der Planung und Erstellung solcher Anlagen involviert.

Die meisten dieser Planungsbüros und Installateure stützen auf ihre Erfahrung mit einzelnen kleinen Erdwärmesonden-Anlagen im Mittelland ab oder betreten gleich Neuland. Zudem fehlen diesen Planern in der Regel das Wissen und die Sensibilisierung um die im Untergrund stattfindenden Vorgänge bei geothermischen Anlagen.

Dass kleine EWS-Anlagen im Mittelland nicht einfach auf mittelgrosse und grosse Anlage an beliebigem Standort mit beliebigem Nutzprofil übertragen werden können, ist vielen Anwendern plausibel, jedoch fehlen klare Vorgaben und Hilfestellungen, wie vorzugehen ist. Sinngemäss gilt dies ebenfalls für Grundwasser- und Energiepfahlanlagen.

Heute bestehen Gütesiegel für das Produkt Wärmepumpe und das Produkt Erdwärmesonden-Bohrung. Beide Gütesiegel werden von der FWS an Hersteller und Bohrfirmen verliehen und garantieren neben einer minimalen Produktqualität gewisse Zusatzleistungen (wie z.B. Service-netz, besondere Anforderungen an den Umweltschutz, besondere Ausbildung zur Reaktion bei Störfällen etc.).

Die Verwendung dieser Gütesiegelprodukte garantiert also eine minimale Qualität der Wärmepumpe und eine korrekte Erdwärmesondenbohrung ohne unangenehme Überraschungen für den Bauherrn. Ein korrektes Funktionieren der Anlagen garantieren die bisherigen Gütesiegel jedoch nicht (Ausnahme: der Auslegungs-Plausibilitäts-Check durch die Gütesiegel-Bohrfirmen, welcher für Kleinanlagen im Mittelland eine gewisse Sicherheit bringt).

Das vorgeschlagene Geothermie-Label will nun da ansetzen. Es umfasst allein den unterirdischen Teil der Anlagen (Quelle) und soll sicherstellen, dass der Geothermieteil der Anlage nach dem aktuellen Stand der Technik korrekt ausgelegt ist und dass die relevanten Grundsätze beachtet werden. Als Schnittstelle gegenüber der Haustechnik dient der Verdampfer einer korrekt ausgewählten Wärmepumpe (Plausibilitäts-Check). Die korrekte Einbindung der Wärmepumpe als solches gemeinsam mit eventuellen zusätzlichen Wärme- und/oder Kälteerzeugern in die Verbraucherstruktur im Gebäude ist jedoch Sache des Haustechnikplaners bzw. Wärmepumpenspezialisten.

Die Idee des Geothermie-Labels geht also in Richtung Zertifizierung von planenden Einzelpersonen im Bereich Geothermieranlagen durch Geothermiespezialisten. Das Projekt beschränkt sich auf die Planung und Vorbereitung der Zertifizierung und auf die Erstellung der notwendigen Arbeitsunterlagen. Die Durchführung der Zertifizierungskurse, die Zertifizierung selbst bzw. die Einbindung der Zertifikate in bestehende Gütesiegel bzw. Trägerschaftsstrukturen und -organisationen wird aber bewusst offengelassen. Dies auch im Hinblick auf die Unsicherheiten bezüglich der zukünftigen Förderung von erneuerbaren Energien.

Ansprechpartner bei der FWS zwecks Koordination ist Dr. M. Wenger.

Für die Stufe I des Labels kann sich das Projekt thematisch stark auf das bestehende Schulungsprogramm von EnergieSchweiz (Mandat Geothermie) abstützen. Dies vor allem für das Thema Erdwärmesonden-Einzelanlage. Es ist durchaus denkbar, dass als „Voraussetzung“ für den Stufe I-Kurs ein Grundkurs aus dem erwähnten Schulungsprogramm definiert werden kann.

Die angesprochenen Personen für das vorliegende Projekt sind allerdings eher im Umfeld der Anlageplaner zu suchen. Die Koordination kann hier direkt über E. Rohner erfolgen.

2.2. Konzept

Das Konzept sieht vor, das Geothermie-Label auf drei Schwierigkeitsstufen auszurichten. Schwerpunkt bilden die drei Anlagentypen Erdwärmesonden-, Grundwasser- und Energiepfahl-Anlage. Die drei Stufen umfassen (siehe Beilage: Ablaufschemata Stufe I-III):

- Stufe I (Geothermie-Label C): Einfache Kleinanlagen mit reinem Heizbetrieb (Heizung und evtl. Warmwasser) bis 30 kW Heizleistung und mit maximal 2'000 jährlichen Betriebsstunden. Typischerweise umfasst dies EWS- und evtl. Grundwasser-Anlagen (Einfamilienhäuser, kleine Mehrfamilienhäuser).
- Stufe II (Geothermie-Label B): Mittलगrosse Anlagen im Heizleistungsbereich zwischen 30 und ca. 100 kW. Diese Stufe umfasst vom Anlagentyp her EWS-, Grundwasser- und Energiepfahlanlagen. Von der Nutzungsart her ist ein weiterer Bereich enthalten: Mittलगrosse Anlagen mit einfachem Lastprofil (z.B. zentrale Beheizung von Einfamilienhaus- oder Mehrfamilienhaussiedlungen), dichtstehende Anlagen kleiner Leistung (Reiheneinfamilienhaus-siedlung), kleine und mittलगrosse Anlagen mit besonderem Lastprofil (bivalente Anlagen, Teillast/Vollast, Heizanlagen mit zusätzlichen besonderen Verbrauchern (z.B. Schwimmbäder), mittलगrosse Anlagen zum Heizen und evtl. Kühlen, Anlagen mit Anteil an freier Kühlung).
- Stufe III (Geothermie-Label A): Grosse Anlagen zum Heizen und Kühlen mit Heizleistungen >> 100 kW. Diese Stufe umfasst wiederum alle drei Anlagentypen. Von der Nutzungsart her sind v.a. Spezialanforderungen wie die Garantierung enger Nutztemperaturbereiche aus dem Untergrund, saisonale Speicherung etc. enthalten.

Das Projekt will sich jedoch vorderhand auf die Stufen I und II konzentrieren.

Die jährliche Verleihung eines symbolischen Geothermiepreises für besondere Anlagen im Sinne einer technischen Anerkennung und gleichzeitig einer Werbemassnahme für Geothermieanlagen für die Fachwelt aber auch die breite Bevölkerung soll vorerst verschoben werden. Das Thema soll aber nach der Verleihung der ersten Geothermie-Label wieder aktuell werden.

2.3. Schulung und Ausbildung

Das Zertifikat der Stufen I und II wird nach dem Besuch von speziell dafür ausgerichteten Kursen von zwei (Stufe I) und evtl. mehr (Stufe II) Tagen Dauer bzw. nach dem Absolvieren einer praktischen/theoretischen Prüfung erteilt. Als Schulungsmaterial dienen speziell für diesen Anlass hergestellte Dokumentationen mit entsprechenden Ablaufschemen, Vorgehensrezepten und notwendigen Hintergrundinformationen.

Für die Stufe I und II soll auf der bereits existierenden SIA-Dokumentation D0136 aufgebaut werden. Teilweise können ebenfalls auch bestehende Unterlagen aus dem Schulungsprogramm von EnergieSchweiz (Mandat Geothermie) als Grundlage verwendet werden.

Das Ausbildungskonzept für die Stufe III wird vorläufig zurückgestellt, da hierzu nicht nur hochspezialisiertes Wissen sondern auch sehr spezielle Berechnungs- und Simulationswerkzeuge benötigt werden. Denkbar wäre hier bei Bedarf eine Ausbildung in Form eines Nachdiplomstudiums an der Fachhochschule. Andererseits ist festzuhalten, dass für solche Spezialanwendungen aus heutiger Sicht noch kein eigentlicher Markt besteht. Es geht hier letztlich um Einzelanlagen.

Innerhalb der Ausbildung wird auch dem Themenbereich Verantwortlichkeit des zertifizierten Planers Raum zugewiesen.

2.4. Personelle Organisation

Die aktuelle Arbeitsgruppe soll den Arbeitsausschuss für dieses Projekt bilden und den Hauptteil der Projektarbeit leisten und organisieren. Ein Zuzug von externen Spezialisten ist im Bedarfsfall angezeigt.

Neben diesem Arbeitsausschuss soll eine Begleitgruppe gebildet werden, in der Spezialisten aus den angrenzenden Fachgebieten und Behörden Einsitz nehmen sollen. Arbeitsausschuss und Begleitgruppe bilden gemeinsam die verantwortliche Kommission für das Geothermie-Label.

Folgende Zusammensetzung wird für die Personelle Organisation vorgeschlagen:

Arbeitsausschuss:

- Dr. Walter J. Eugster, Polydynamics Engineering, Zürich: Leitung und EWS-Anlagen
- Ernst Rohner, Engeo AG, Arnegg: EWS-Anlagen
- Dr. Mark Eberhard, Eberhard & Partner AG, Aarau: Grundwassernutzung
- Marcel Morath, Lippuner & Partner AG, Grabs: Energiepfahlanlagen (va. Stufe II)
- Markus Koschenz, EMPA, Dübendorf: Haustechnik, Spezialsysteme, TABS (va. Stufe II/III)

Begleitgruppe:

- Dr. Harald Gorhan, Electrowatt-Ekono, Zürich: Forschungsleiter Geothermie für BFE, Vorstand SVG
- Markus Geissmann, BFE, Bern: Bereichsleiter Geothermie.
- Vertreter des BUWAL: Umwelt- und Gewässerschutz.
- Vertreter der Kantone: Stufe Energiefachstelle
- Vertreter nahestehender Verbände: FWS, evtl. weitere
- Vertreter Haustechnik: EMPA. Vorerst M. Koschenz bis Einbindung in Ausschuss erforderlich.

3. Zeitplan, Arbeitsplan

Folgender Zeitplan wird vorgeschlagen:

Zeitraumen	Inhalt	Sprache
bis Ende 2003:	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung Ausbildungskurs Stufe I (Label C) • Ausarbeitung der Kursunterlagen Stufe I (Label C) 	D D
2004	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung Ausbildungskurs Stufe I (Label C) • Ausarbeitung der Kursunterlagen Stufe I (Label C) • Vorbereitung Ausbildungskurs Stufe II (Label B) • Ausarbeitung der Kursunterlagen Stufe II (Label B) 	F F D D
2005/2006	<ul style="list-style-type: none"> • Vorbereitung Ausbildungskurs Stufe II (Label B) • Ausarbeitung der Kursunterlagen Stufe II (Label B) • Kursdurchführung/Verleihung Geothermie-Label Stufe I (C) • Kursdurchführung/Verleihung Geothermie-Label Stufe II (B) • Kursdurchführung/Verleihung Geothermie-Label Stufe I (C) • Kursdurchführung/Verleihung Geothermie-Label Stufe II (B) 	F F D D F F

Die Wiederholung der Kurse nach der ersten Lancierung in den nachfolgenden Jahren soll abhängig vom ausgewiesenen Bedarf sein.

4. Kostenschätzung

4.1. Kosten 2003

Beteiligte, Thema	Stundensatz [Fr./h]	Aufwand [h]	Total Fr.
Begleitgruppe (5 Pers.): Start-/Schlussitzung: 2 Sitzungen à 3 Std. (Halbtagesatz)	400	10	4'000.00
Ausschuss (4-5 Pers.): Sitzungen für Start-/Schlusspräsentation, Konzept/Zusammenzug Dokumentation, Konzept/Zusammenzug Ausbildung, Abschluss. Total 8 Sitzungen à 5 h	127	169	21'463.00
<u>Dokumentation ohne Druck:</u>			
Rezept Haustechnik (Morath): 3 Tage à 8.5 h	127	25.5	3'238.50
Rezept EWS (Rohner/Eugster): 5 Tage à 8.5 h	127	42.5	5'397.50
Rezept Grundwasser (Eberhard): 4 Tage à 8.5 h	127	34	4'318.00
plus 6 Kapitel (Eugster+): 6x2.5 Tage à 8.5 h	127	127.5	16'192.50
Gesamtlayout (Eugster): 2 Tage à 8.5 h	127	17	2'159.00
<u>Ausbildungstage:</u>			
Planung, Organisation (Eugster+): 4 Tage à 8.5	127	34	4'318.00
PPT (Eugster+): 4 Tage à 8,5 h	127	34	4'318.00
<u>Berichterstattung, Antrag/Budget Folgejahr:</u>			
Bericht etc. (Eugster+): 6 Tage à 8.5	127	51	6'477.00
<u>Diverses:</u>			
Spezialisten (nach Bedarf)	127	42.5	5'397.50
Spesen (Fr. 65/Pers./Sitzung)	65	41	2'665.00
übrige Spesen, geschätzt	2000	1	2'000.00
<u>Projektleitung:</u>	140	60	8'400.00
Total			90'344.00
MWST			6'866.15
Gesamttotal			97'210.15

4.2. Kosten 2004 (Grobschätzung)

Beteiligte, Thema	Stundensatz [Fr./h]	Aufwand [h]; Anzahl [-]	Total Fr.
Begleitgruppe (5 Pers.):	400	10	4'000.00
Ausschuss (4-5 Pers.):	127	149	18'923.00
Dokumentation ohne Druck:	127	204	25'908.00
Übersetzung, Layout franz. Version	17638.5	1	17'638.50
Ausbildungstage (Planung/Organisation, PPT)	127	136	17'272.00
Berichterstattung	127	51	6'477.00
Diverses, Spesen	10062.5	1	10'062.50
Projektleitung	140	50	7'000.00
Total			107'281.00
MWST			8'153.35
Gesamttotal			115'434.35

5. Schlussfolgerungen

Das vorliegende Konzept und der aufgezeigte Zeitplan stellt sicher, dass bereits im nächsten Jahr (2004) die ersten Zertifikate für Planer von Geothermieranlagen verliehen werden können.

Das vorgeschlagene Geothermie-Label ist ein stufengerechtes Zertifikat für Planer von Geothermieranlagen mit dem Hintergrund eines HLK-Planers bzw. eines Installateurs (Stufe 1) von erfahrenen Untergrundspezialisten (Planer, Geologen/Geophysiker). Durch Einbezug von Haus-technik-Fachleuten sowie WP-Spezialisten wird das Geothermie-Label von den wichtigsten betroffenen Branchen mitgetragen. Die Kantone sind mit den Energiefachstellen (Beratungsstellen) ebenso einbezogen wie der Umwelt- und Gewässerschutz (BUWAL).

In diesem Sinne wird ein Forschungsgesuch unter dem Titel „Zertifizierung von Energiespezialisten für geothermische Grossanlagen“ dem BFE eingereicht.

6. Literatur

SIA (1996): Grundlagen zur Nutzung der untiefen Erdwärme für Heizsysteme. SIA Dokumentation Nr. D 0136. Schweizerischer Ingenieur- und Architekten-Verein, Postfach, CH-8039 Zürich.

Beilagen

- Beitrag: „Qualitätssicherung für Erdwärmesonden-Anlagen“ (Eugster & Sanner, 2002)
- Kurzprotokoll Brainstorming vom 17.03.03
- Kurzprotokoll Brainstorming vom 24.04.03
- Ablaufschemata Stufe I - III

Qualitätssicherung für Erdwärmesonden-Anlagen

von Walter J. Eugster¹ und Burkhard Sanner²

¹ Polydynamics Engineering Zürich, Malojaweg 19, CH-8048 Zürich

wje@polydynamics.ch

<http://www.polydynamics.ch>

² Institut für Angewandte Geowissenschaften der Justus-Liebig-Universität, Diezstrasse 15, 35390 Giessen

burkhard.sanner@geolo.uni-giessen.de

<http://www.uni-giessen.de/~gg1068/>

1. Einleitung

Die VDI-Richtlinie 4640, Blatt 1, definiert als Erdwärme die in Form von Wärme gespeicherte Energie unterhalb der Oberfläche der festen Erde. Als Umweltwärme wird die als Wärme gespeicherte Energie in der Luft, in Oberflächenwasser (Flüsse, Seen, Meer etc.) und in sonstiger natürlicher Materie (z.B. Schnee) oberhalb der Erdoberfläche bezeichnet. Diese Definitionen sollen als Grundlage für die folgenden Betrachtungen dienen.

Die Qualitätssicherung von Wärmepumpenanlagen ist seit mehr als 15 Jahren ein wichtiges Thema. Für die damals neue Technologie wurde nicht nur von Seiten der Behörden Richtlinien für die korrekte Anwendung gefordert. Auch Fachvereine, Anbieter und Kunden verlangten gewisse Standards. Dies war u.a. auch die Geburtsstunde der oben zitierten VDI-Richtlinie 4640.

1993 ging in Winterthur-Töss (Schweiz) das Wärmepumpentest- und Ausbildungszentrum (WPZ) in Betrieb. Damit konnten erstmals Luft-Wasser-, Sole-Wasser- und Wasser-Wasser-Wärmepumpen unter kontrollierten Bedingungen professionell und unabhängig geprüft werden. Im WPZ werden seither jährlich rund 40 Wärmepumpen getestet. Diese publizierten Tests haben zu einer deutlichen Effizienzsteigerung der Wärmepumpen geführt.

Die Förder- und Interessensgemeinschaften für Wärmepumpen aus Deutschland, Österreich und der Schweiz (D-A-CH) haben schliesslich ein Gütesiegel für Wärmepumpen geschaffen, welche gewissen Minimalanforderungen genügen. Somit verfügt das Herzstück einer Wärmepumpenanlage über geprüfte Qualität.

Bei erdgekoppelten Wärmepumpen mit Erdwärmesonden kommt ein weiteres Element hinzu: Die vertikal in den Untergrund eingebrachte Erdwärmesonde. Die von der geprüften Wärmepumpe geschürten hohen Erwartungen können nur dann wirklich erfüllt werden, wenn die Erdwärmesonde als Wärmequelle ihrerseits korrekt ausgelegt und korrekt installiert ist. Das 2001 in der Schweiz eingeführte Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen setzt hier an (siehe Abschnitt 2).

Die Entwicklung in der Qualitätssicherung geht gleichwohl weiter:

- Als Auslegungshilfe für Erdwärmesonden steht bei Grossanlagen der Thermische Response Test (TRT) zur Verfügung. Die Durchführung und Auswertung von TRT's muss allerdings gewissen Minimalanforderungen genügen.
- Der Installateur muss die Besonderheiten von Wärmepumpenanlagen kennen und berücksichtigen. Dies ist nicht nur ein Problem der Hydraulik.
- Gebäude, Wärmepumpe und Wärmequelle müssen gegenseitig optimal angepasst werden. Dies stellt erhöhte Anforderungen an den Planer.
- etc. etc.

Ein Gütesiegel für einzelne Systemteile oder eine Zertifizierung von einzelnen Arbeitsschritten macht technisch durchaus Sinn. Denn ein Gesamtprodukt kann nur dann erfolgreich sein, wenn seine Einzelteile korrekt ausgeführt sind.

Ist es aber dem Bauherrn oder dem Endkunden noch zuzumuten, sämtlich möglichen Gütesiegeln nachzurennen? Braucht es ein alles umfassendes Gütesiegel für Gesamtanlagen? Soll dieses nur bei Grossanlagen existieren? Das vorliegende Manuskript soll den aktuellen Stand darlegen und zur weiteren Diskussion anregen.

2. Aktivitäten in der Schweiz

2.1 Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS)

Die Fördergemeinschaft Wärmepumpen Schweiz (FWS) befasst sich traditionellerweise mit kleinen Wärmepumpenanlagen im Ein- und Mehrfamilienhausbereich (bis 30 kW gemäss VDI 4640). Dies gilt ebenso für erdgekoppelte Wärmepumpen. Die FWS ist EnergieSchweiz-Partner im Rahmen des indirekten Förderprogrammes EnergieSchweiz des Bundesamtes für Energie.

Seit Herbst 2001 existiert in der Schweiz ein von der FWS getragenes Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen. Neun (von rund 20) Bohrfirmen haben sich um dieses Gütesiegel beworben. Bisher wurden 8 Bohrfirmen ausgezeichnet.

Mit dem Gütesiegel für Erdwärmesonden-Bohrfirmen soll ein hohes Qualitätsniveau bei der Erstellung und Nutzung von Erdwärmesondenanlagen erreicht und auch für die Zukunft gewährleistet werden. Bohrfirmen, welche Träger des Gütesiegels sind, garantieren

- einen hohen Kundennutzen und optimale Beratung der Bauherrschaft
- eine umweltschonende Erstellung der Anlage
- dass die Bohrungen nach dem neusten Stand der Technik abgeteuft werden
- den Einsatz von technisch hochwertigem Sondenmaterial
- eine grösstmögliche Sicherheit auf der Baustelle

Die Gütesicherung bezieht sich allein auf die Tätigkeit der Bohrunternehmung. Dies umfasst alle Bohrarbeiten und sonstigen Bauleistungen, die zum Einbringen der Erdwärmesonden bis zu deren einwandfreiem Betrieb notwendig sind. Ausgeschlossen sind sämtliche nicht erdseitigen Arbeiten für die Geothermieanlagen.

Der Qualitätsstandard wird gemäss den jeweils gültigen Verordnungen und Richtlinien des Bundes und der Kantone festgelegt. Hinzu kommen einschlägige Richtlinien und Empfehlungen der Fachverbände (Schweizer Ingenieur- und Architekten-Verein sia, Arbeitsgemeinschaft Wärmepumpen AWP, VDI).

Eine Gütesiegel-Kommission beurteilt die Gesuche auf Erteilung des Gütesiegels, prüft die Bewerber und überwacht die Einhaltung der Grundlagen des Gütesiegels.

Das Gütesiegel wird verliehen, wenn verschiedene technische und administrative Vorgaben durch den Bewerber erfüllt werden. Die wichtigsten sind:

- Bohrbeginn erst nach Vorliegen der erforderlichen kantonalen und kommunalen Bewilligungen. Die Bohrbewilligung inkl. allfälligen Auflagen ist auf Platz.
- Die Bohrfirma überprüft die Auslegung der Erdwärmesonden
- Erstellen eines vollständigen Bohrprotokolls
- Ausführungsgarantie nach sia 118
- Die Bohrfirma setzt nur Bohrgeräte und –verfahren ein, die für den anstehenden Untergrund geeignet sind (z.B. Verzicht auf luftgetriebene Imlochhammer bei feinkörnigen Substraten).

- Das Bohrgerät ist für die Intervention im Störfall gerüstet (Arteser, Gas).
- Die EWS ist direkt nach Abschluss jeder Einzelbohrung vollständig vom Sondenfuss her mit einer Suspension zu hinterfüllen.
- Es werden nur EWS aus PE100 mit Werkschweissung eingesetzt. Das komplette EWS-System inkl. Sondenfuss muss den Qualitätskriterien gemäss HR 3.26 des SKZ, Würzburg, entsprechen. Der Sondenfuss darf nicht mehr auf der Bohrstelle angeschweisst werden.
- Vor Einbau der EWS muss diese auf Dichtigkeit geprüft werden. Nach dem Hinterfüllen der EWS muss ein Durchfluss- und ein genau definierter Drucktest durchgeführt und protokolliert werden.
- Auf der Bohrstelle wird ein Journal geführt
- Sämtliche umweltrelevanten Erkenntnisse (Arteser, Gaszutritte, Kavitäten, Altlasten, Aquifere, Grundwasser auf mehreren Stockwerken etc.) werden sofort den Behörden gemeldet.
- Der Bohrschlamm ist fachgerecht zu entsorgen.
- Die Bohrfirma verpflichtet sich zu regelmässiger Fort- und Weiterbildung.

Das Gütesiegel verlangt also von den Bohrfirmen nicht nur das technisch korrekte Abteufen, Einbringen, Hinterfüllen und Testen von Erdwärmesonden sondern auch ein mustergültiges Verhalten im Bereich des Umweltschutzes. Durch von der FWS organisierte eintägige Kurse werden die Gütesiegel-Inhaber resp. deren Bohrmeister jährlich in Schwerpunktthemen weitergebildet.

2.2 Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG)

Die Schweizerische Vereinigung für Geothermie (SVG) befasst sich im Bereich der erdgekoppelten Wärmepumpen schweremässig mit grösseren Anlagen (über 30 kW gemäss VDI). Auch die SVG ist EnergieSchweiz-Partner.

Im Rahmen des indirekten Förderprogrammes EnergieSchweiz unterhält sie regionale Informations- und Beratungsstellen und führt jährlich Ausbildungs- und Informationskurse an Fachhochschulen und Messen durch. Diese neutrale Informationstätigkeit dient ebenfalls der Qualitätssicherung für Erdwärmesonden-Anlagen.

Bei der praktischen Qualitätssicherung veröffentlicht sie Auslegungsrichtlinien in Anlehnung an VDI 4640. Besonderes Augenmerk wird hier auf die Einhaltung der Grenzen der Faustformeln gelegt (jährliche Betriebszeit, Höhenlage, grössere Anzahl kleiner Anlagen auf begrenztem Areal).

Zur Zeit ist ein „Geothermie-Label“ für Grossanlagen geplant. Darunter fallen Erdwärmesonden (EWS-Felder, EWS zum Heizen und Kühlen, mittelgrosse Anlagen in alpinen Gebieten), Geostrukturen, Grund- und Tunnelwassernutzungen. Eingeschlossen sind ebenfalls „tiefe Erdwärmesonden“ (> 500 ... 3000 m).

3. Aktivitäten in Deutschland

In Deutschland ist die Einführung eines Erdwärmesonden-Qualitätssiegel noch in der Diskussion. Es gibt Personen wie den Koordinator des Wärmepumpenmarktplatzes NRW, die sich mit guten Argumenten dagegen aussprechen und fordern, daß statt dessen geltende Richtlinien und Normen stärker in der Öffentlichkeit und bei den Fachbetrieben bekannt gemacht werden. Im Bundesverband Wärmepumpen (BWP) wurde die Einführung eines Qualitätssiegels analog zum Schweizer Vorbild bereits im Sommer 2002 angekündigt, aber noch

nicht umgesetzt. Die Geothermische Vereinigung (GtV) hat dazu mit der Geschäftsführung des BWP Kontakt aufgenommen, um nach Möglichkeit gemeinsame Wege zu gehen. Bis zum Abgabetermin dieses Manuskripts konnte keine Klarheit über das genaue Vorgehen erhalten werden.

Wünschenswert ist auf jeden Fall, daß eine Zertifizierung bzw. ein Qualitätssiegel nicht nur von der Wärmepumpenindustrie, sondern auch von den Bohrunternehmen und der Geothermischen Vereinigung getragen wird; die Vor- und Nachteile, mögliche Alternativen und Wege zur konkreten Umsetzung sind aber augenscheinlich noch nicht genügend erörtert.

Ein interessanter Aspekt sind auch die durch den Arbeitskreis Wärmepumpen in der Landesinitiative Zukunftsenergien NRW erarbeiteten Vorschläge für die Vertragsgestaltung zwischen den einzelnen Gewerken beim Bau erdgekoppelter Wärmepumpenanlagen. Hier kommt es immer wieder zu Problemen mit nicht klar genug definierten Schnittstellen, die letztlich der Kunde ausbaden muß. Zwei Beispiele aus der Praxis:

- Anlagen, bei denen in der Dämmung der Solerohre zwischen Verteiler und Wärmepumpe etwa 10 cm fehlen, weil sich weder das Bohrunternehmen noch der Heizungsbauer für dieses Stück zuständig fühlte.
- Streitigkeiten um die Befüllung mit Frostschutzmittel, die weder Bohrunternehmer noch Heizungsbauer im jeweiligen Angebot vorgesehen hatten

Die Vertragsvorschläge versuchen dem abzuhelpfen und für den Kunden Sicherheit zu schaffen.

4. Gütesiegel für Erdwärmesonden- bzw. Geothermieanlagen

Aus Sicht der SVG und der GtV muss bei der Schaffung eines Gütesiegels oder ähnlichem für Erdwärmesonden-Anlagen über folgende Punkte Klarheit und Einigkeit innerhalb der Trägerschaft herrschen:

- Inhalt/Gegenstand/Umfang des Gütesiegels:
 - Welches sind die Auslegungskriterien; wer legt aus?
 - Bohren, Einbauen, Verpressen. Wie werden diese Arbeitsgänge korrekt und sicher durchgeführt?
 - Erdwärmesonden als Objekt: Material, Schweissungsmethoden.
 - Anschluss an die Wärmepumpe: Kompatibilität, Gewerke (wer macht was?)
 - Genehmigungen (Vertrauensbildung zu den Behörden)
 - Umweltschutz
- Form des Labels/Gütesiegels
- Wer kann das Gütesiegel bekommen?
 - Planer, Heizungsbauer, Bohrunternehmen?
 - Voraussetzung für den Erhalt des Labels: Der Träger muss in der Lage sein, die korrekte Planung und Ausführung selber zu erledigen oder zumindest zu überwachen. Andernfalls muss eine Firma mit Label/Gütesiegel für das jeweilige Gewerk im Unterauftrag hinzugenommen werden.
- Vergabe des Label
 - Prüfung durch eine Kommission
 - Vorlage von Referenzanlagen.

Ein Gütesiegel bzw. mögliche andere Arten der Qualitätssicherung müssen folgende Voraussetzungen erfüllen:

- Ausreichenden Bekanntheitsgrad in der Öffentlichkeit, damit es auch von Seite der Kunden angenommen wird und sich der Aufwand, ein derartige Zertifizierung zu erreichen, für den Anbieter lohnt. Die Maßnahme sollte daher von starken Verbänden (gemeinsam?) getragen werden, und ein deutlicher Teil eines Budgets für eine solche Maßnahme muß für Öffentlichkeitsarbeit und Werbung aufgebracht werden. Letztendlich ist ein Gütesiegel nur dann etwas wert, wenn die ausgebende Stelle allgemeines Vertrauen genießt.
- Die Kriterien müssen durchsichtig, nachvollziehbar und unabhängig prüfbar sein.
- Die Maßnahme muß von einer allgemein akzeptierten Stelle aus federführend betrieben werden. So wie für das Wärmepumpen-Gütesiegel die entsprechenden Wärmepumpenverbände die richtige Adresse waren, müssen bei Erdwärmesonden bzw. gesamten Geothermieanlagen (einschließlich oberflächennaher Geothermie) die Geothermieverbände auftreten, möglichst auch gemeinsam mit der Bohrindustrie. Wenn ein Gütesiegel für den eigentlichen geothermischen Teil, die Erdwärmesonde, durch einen Verband der Wärmepumpenindustrie herausgegeben wird, so wird es bei Bohrunternehmen und Geothermieplanern auf Vorbehalte stoßen; die Situation mit dem FWS in der Schweiz ist daher nicht glücklich und bedarf der Ergänzung und Mitträgerschaft. In Deutschland und Österreich besteht noch die Möglichkeit, hier von vornherein eine breitere Basis zu schaffen.

5. Schlußwort

Gerade in der Zeit eines wachsenden Marktes ist Qualitätssicherung unabdingbar, um einen möglichen Vertrauensverlust zu verhindern. Die Erfahrungen der letzten Jahre zeigen in verschiedenen Beispielen sehr deutlich, wie durch Unkenntnis der richtigen Planung und Ausführung Anlagen entstanden, die nicht die erwartete Leistung und Zuverlässigkeit boten, ja sogar in Einzelfällen regelrecht zu einem Alptraum für den Kunden wurden. Dies führt, zusammen mit großer Hilflosigkeit und Unwilligkeit bei der Mängelbeseitigung, zwangsläufig zu einem Imageverlust der eigentlich sicheren, zuverlässigen und für den Nutzer komfortablen Technik der erdgekoppelten Wärmepumpe. Richtlinien wie VDI 4640 können hier alleine nichts ausrichten, wenn sie nicht durch behördliche Verfügungen oder in Gerichtsfällen zum Maßstab gemacht werden. Ein Qualitätssiegel, Zertifizierung o.ä. und eine entsprechende Öffentlichkeitsarbeit sind mittlerweile dringend notwendig geworden.

KURZPROTOKOLL BRAINSTORMING VOM 17. MÄRZ 2003

Teilnehmer: Dr. Mark Eberhard, Eberhard & Partner AG, Aarau
Dr. Walter J. Eugster, Polydynamics Engineering, Zürich
Markus Geissmann, Bundesamt für Energie, Bern
Dr. Harald Gorhan, Electrowatt-Ekono AG, Zürich
Markus Koschenz, EMPA, Dübendorf
Marcel Morath, Lippuner & Partner AG, Grabs
Ernst Rohner, Engeo AG, Arnegg

Ort: Electrowatt-Ekono AG, 8031 Zürich

- Der Begriff „Geothermieanlage“ wird vorderhand eingeschränkt auf Erdwärmesonden-, Energiepfahl- und Grundwassernutzungsanlagen.
- Ursachen für schlecht funktionierende Geothermieranlagen und für totale Misserfolge sind hauptsächlich Planungsfehler im „Geothermiebereich“, d.h. im unterirdischen Teil. Die Gründe dürften sein: Nichtkennen wichtiger Randbedingungen (z.B. Geologie etc.), Nichtwissen und blindes Anwenden von bekannten Erfahrungsgrössen.
- Beim „Gütesiegel für Planer von Geothermieranlagen“ geht es also weniger um ein Gütesiegel für ein Produkt als um die Zertifizierung von Planungsleistungen.
- Angesprochen sind in erster Linie Personen, welche den unterirdischen Teil der Anlage (mit)planen: Planer, planende Installateure, Berater, Geologen etc.
- Die Schnittstelle zwischen der Geothermie und der Haustechnik ist die Wärmepumpe, bzw. der Verdampfer der Wärmepumpe.
- Die Schnittstelle muss entsprechend gut definiert sein.
- Es wird vorgeschlagen, ein Ablaufschema mit den kritischen Punkten zu erstellen (siehe Beilage).
- Wünschbar ist ebenso eine Art Checkliste für die Planer sowie die Angabe von Kriterien, wann eine Anlage ein Sonderfall für Spezialisten wird.
- Für das Ablaufschema werden drei Schwierigkeitsstufen definiert:
 - Stufe 1: Reiner Heizbetrieb, max. 2'000 Betriebsstunden pro Jahr; bis 30 kW Heizleistung der Wärmepumpe (Grenze nach VDI 4640).
 - Stufe 2: Heizbetrieb und evtl. Kühlbetrieb; Heizleistung der Wärmepumpe: >30 bis 100 kW; dichtstehende Anlagen kleiner Leistung
 - Stufe 3: Heizen und Kühlen. Spezialanforderungen, Grossanlagen; Heizleistung der Wärmepumpe > 100 kW
- Die Stufe 1 umfasst also die weit verbreiteten einfachen Kleinanlagen für isoliert stehende Ein- und Mehrfamilienhäuser (Heizung und evtl. Warmwasser). Wichtig ist hier v.a. die Berücksichtigung der klimatischen und geologischen Randbedingungen.
- In der Stufe 2 sind mittelgrosse Anlagen mit einfachem Lastprofil aber auch kleine Anlagen in dichter Bebauung (Reihen-EFH-Siedlungen) sowie Anlagen mit langer Betriebszeit und einfache Kühlanwendungen enthalten.
- Die Stufe 3 umfasst Gross- und Spezialanlagen.

Für das Protokoll:
W. Eugster

Beilage: Ablaufschema Stufen 1 - 3

KURZPROTOKOLL BRAINSTORMING VOM 24. APRIL 2003

Teilnehmer: Dr. Mark Eberhard, Eberhard & Partner AG, Aarau
Dr. Walter J. Eugster, Polydynamics Engineering, Zürich
Dr. Harald Gorhan, Electrowatt-Ekono AG, Zürich
Marcel Morath, Lippuner & Partner AG, Grabs
Ernst Rohner, Engeo AG, Arnegg

abwesend:

Markus Geissmann, Bundesamt für Energie, Bern
Markus Koschenz, EMPA, Dübendorf

Ort: Electrowatt-Ekono AG, 8031 Zürich

- Es ist vorgesehen, ein mehrstufiges „Geothermie-Label“ entsprechend den drei Schwierigkeitsstufen (siehe Ablaufplan) auszuarbeiten (z.B. Label A auf Stufe 1, Label B auf Stufe 2 und Label C auf Stufe 3)
- Sinn der Geothermie-Label ist neben der hauptsächlichen Qualitätssicherung auch die Sensibilisierung für die geologische/hydrogeologische Problematik.
- Das Geothermie-Label ist kein Gütesiegel für ein Produkt, sondern ein Zertifikat für einen korrekt durchgeführten Planungsablauf. Personengebunden!
- Als Voraussetzung für die Erteilung des Geothermie-Labels muss ein Kurs erfolgreich absolviert werden.
- Die Kursunterlagen sollen als „Manual“ ausgelegt sein. Als Basis kann die SIA-Dokumentation D 0136 dienen.
- Mitträgerschaft des Labels: SIA wäre ideal. FWS ist anzustreben – schon im Hinblick auf die existierenden Gütesiegel für WP und EWS-Bohrfirmen.
- Organisation Geothermie-Label-Team:
 - Ausschuss-Gruppe: - M. Eberhard
- W. Eugster
- M. Morath
- E. Rohner
- M. Koschenz (später: Label B/C)
 - Begleit-Gruppe: - H. Gorhan
- BFE (M. Geissmann)
- BUWAL
- Energiefachstelle (Kantone)
- FWS (Wärmepumpe)
- Empa (Koschenz, vorerst)
- M. Eberhard klärt Interesse des WP-Herstellers Stiebel-Eltron (FWS-Mitglied) als Mitglied der Begleitgruppe ab. Diskussion über Art der Teilnahme des FWS zusätzlich mit R. Beck.
- Energiefachstellen: M. Eberhard klärt primäres Interesse im Kt. AG ab.
- BUWAL: Interesse ist zu klären (Gewässerschutz)
- Das neue Gewässerschutzgesetz ist ebenfalls zu berücksichtigen (Info via M. Eberhard).
- Grober Zeitplan:
 - bis Ende 2003: - Ausarbeiten Kursunterlagen deutsch Stufe A;
- Kursvorbereitung Stufe A
 - bis Ende 2004: - Durchführung Geothermie-Label A
- Kursunterlagen/Vorbereitung Label A franz.
- Vorbereitung Geothermie-Label B
 - bis Ende 2005: - Durchführung Geothermie-Label B deutsch
- Durchführung Geothermie-Label A franz.

- Bevor das Geothermie-Label B vorbereitet wird, soll das Echo bzw. die Akzeptanz für die Stufe A abgewartet werden.
- Die Stufe C wird vorläufig zurückgestellt. Hier muss allenfalls eine Lösung via Nachdiplomstudium auf Stufe FH gesucht werden.
- Das Geothermie-Label soll für drei Jahre gültig sein.
- Der FWS-Geschäftsführer (Rolf Beck) ist zu informieren, sobald das Konzept und die Projekt-Eingabe an das BFE steht.
- Der Projektschlussbericht zuhanden des BFE ist schnellstmöglich fertigzustellen.
- Der Geothermiepreis wird vorläufig zurückgestellt. Zuerst müssen die Labels verliehen werden.

Für das Protokoll:

W. Eugster

ABLAUFSHEMA

STUFE 1: Reiner Heizbetrieb, max. 2000 h Betriebszeit pro Jahr; bis 30 kW Heizleistung der Wärmepumpe (einfache Kleinanlagen)

	ERDWÄRMESONDEN	PFAEHLE	GRUNDWASSER
HAUSTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebedarf: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung (SIA 384/2) • Heizenergie (SIA 380/1): Auflösung auf Jahresbedarf • WW-Bedarf: <ul style="list-style-type: none"> • 50 lt/Tag/P * ΔT(SIA) • Auswahl konkrete Wärmepumpe: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung erfüllt inkl. Berücksichtigung der WW-Leistung 		
GEOLOGIE SPEZIALTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Bewilligung, behördliche Aspekte (Vorabklärung Bewilligungsfähigkeit, Auflagen) • Sondenauslegung: <ul style="list-style-type: none"> • Normleistung in W/m für Erdreich @ 10°C, 1800 h aufgrund der Lithologie (mittl. λ und mittl. c_p) • Korrektur der Entzugsleistung aufgrund Untergrundtemperatur (Höhenlage, mittlere Jahrestemperatur) • Korrektur der Entzugsleistung aufgrund der Anzahl Sonden/jährlichen Energiemenge (Sondenabstand, Laufzeit) 	entfällt	<ul style="list-style-type: none"> • Bewilligung, behördliche Aspekte; Machbarkeit: <ul style="list-style-type: none"> • Grundwasser-/Gewässerschutz-/Altlastenkarte: Tiefenabschätzung, Schüttungsabschätzung, evtl. Wasserzusammensetzung • Bestimmung Entnahme-/Rückgabebrunnen (Karte) • Kantonale Vorschriften, Gesuch • Bohrung: <ul style="list-style-type: none"> • Dimensionierung, Querschnitt • evtl. bis Stauer • Ausbau mit PVC-Brunnenrohren (UV-Beständigkeit) • Rückgabebrunnen • Pumpversuch <ul style="list-style-type: none"> • mit Entnahme- und Rückgabebrunnen • Grundwasseranalyse • Filter/Absetzbecken • Brunnenausbau gemäss Vorschriften • Hauptprobleme: <ul style="list-style-type: none"> • Baggerschlitz oder Bohrung (Rückgabe)? • Schüttung genügend hoch? • Eisen-/Mangengehalt (Verockerung) • Sandgehalt (Filter/Absetzbecken) • Rückführung bis Entnahmeschicht?
HYDRAULIK	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> • Sondendurchmesser, Durchfluss, Pumpleistung 		<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung Zuleitung • Drosselung • Kavitation

ABLAUFSHEMA

STUFE 2: Heizbetrieb, evtl. Kühlbetrieb; >30 kW bis ca. 100 kW Heizleistung der Wärmepumpe (mittelgrosse Anlagen); dichtstehende Anlagen kleiner Leistung

	ERDWÄRMESONDEN	PFAEHLE	GRUNDWASSER
HAUSTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebedarf: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung (SIA 384/2), Kühlleistung • Heizenergie (SIA 380/1), Kälteenergie: Auflösung auf Monate. Wärme/Kältebilanz • WW-Bedarf: <ul style="list-style-type: none"> • 50 lt/Tag/P * ΔT(SIA) • Auswahl konkrete Wärmepumpe: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung erfüllt inkl. Berücksichtigung der WW-Leistung; Kälteleistung erfüllt 		
GEOLOGIE SPEZIALTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Bewilligung, behördliche Aspekte (Vorabklärung Bewilligungsfähigkeit, Auflagen) • Sondenfeldauslegung: <ul style="list-style-type: none"> • mit Hilfe geeigneter Auslegungsprogramme 	<ul style="list-style-type: none"> • Pfahlauslegung <ul style="list-style-type: none"> • in Abhängigkeit von λ, c_p • Eignungsabklärung des Untergrundes: <ul style="list-style-type: none"> • in wassergesättigten Böden • Spezialprobleme: <ul style="list-style-type: none"> • nur kurze Sonden, dafür sehr viele • thermischer Einfluss via Bodenplatte • grosse Distanzen Sonden-Verteiler • horizontale Leitungen thermisch nicht berücksichtigen • Bodensenkungen möglich (Rheintal) • Serie- /Parallelschaltung der/von Sonden • Isolation Bodenplatte • Grundwasserproblematik: <ul style="list-style-type: none"> • fliessend/nicht fliessend • saisonale Schwankungen • Energiespeicherung: <ul style="list-style-type: none"> • saisonal / kurz- / mittelfristig 	<p style="text-align: center;">dito Stufe 1</p>
HYDRAULIK	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> • SONDENDURCHMESSER, Durchfluss, Pumpleistung • Teillast/Vollast 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> • Durchfluss, Pumpleistung, parallele/serielle Schaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung Zuleitung • Drosselung • Kavitation

ABLAUFSHEMA

STUFE 3: Heizen/Kühlen, Spezialanforderungen, Grossanlagen; >>100 kW Heizleistung der Wärmepumpe (grosse Anlagen)

	ERDWÄRMESONDEN	PFAEHLE	GRUNDWASSER
HAUSTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Wärmebedarf: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung (SIA 384/2), Kühlleistung • Heizenergie (SIA 380/1), Kälteenergie: Auflösung auf Stunden. Wärme/Kältebilanz • WW-Bedarf: <ul style="list-style-type: none"> • 50 lt/Tag/P * ΔT(SIA) • Auswahl konkrete Wärmepumpe: <ul style="list-style-type: none"> • Heizleistung erfüllt inkl. Berücksichtigung der WW-Leistung; Kälteleistung erfüllt 		
GEOLOGIE SPEZIALTECHNIK	<ul style="list-style-type: none"> • Bewilligung, behördliche Aspekte (Vorabklärung Bewilligungsfähigkeit, Auflagen) • Sondenfeldauslegung: <ul style="list-style-type: none"> • mit Hilfe geeigneter Auslegungsprogramme 	<ul style="list-style-type: none"> • Pfahlauslegung <ul style="list-style-type: none"> • in Abhängigkeit von λ, c_p • Eignungsabklärung des Untergrundes: <ul style="list-style-type: none"> • in wassergesättigten Böden • Spezialprobleme: <ul style="list-style-type: none"> • nur kurze Sonden, dafür sehr viele • thermischer Einfluss via Bodenplatte • grosse Distanzen Sonden-Verteiler • horizontale Leitungen thermisch nicht berücksichtigen • Bodensenkungen möglich (Rheintal) • Serie- /Parallelschaltung der/von Sonden • Isolation Bodenplatte • Grundwasserproblematik: <ul style="list-style-type: none"> • fliessend/nicht fliessend • saisonale Schwankungen • Energiespeicherung: <ul style="list-style-type: none"> • saisonal / kurz- / mittelfristig 	<p style="text-align: center;">dito Stufe 1</p>
HYDRAULIK	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> • SONDENDURCHMESSER, Durchfluss, Pumpleistung • Teillast/Vollast 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung: <ul style="list-style-type: none"> • Durchfluss, Pumpleistung, parallele/serielle Schaltung 	<ul style="list-style-type: none"> • Optimierung Zuleitung • Drosselung • Kavitation