

Flache Geothermie Perspektiven und Risiken

VEGAS Kolloquium 6.10.2011



Wasser
Umwelt
Infrastruktur
Energie
Bauwerke
Geotechnik

CDM

Flache Geothermie - Perspektiven und Risiken

VEGAS Kolloquium 6.10.2011

Planung und Ausführung von Erdwärmesonden-Anlagen

**Qualitätssicherung mit Fokus auf
geothermischer Vorerkundung und
fachtechnischer Begleitung
der Erdwärmesonden-Bohrungen**

Dr. Claus Heske

Funktionsprinzip EWS-Anlage

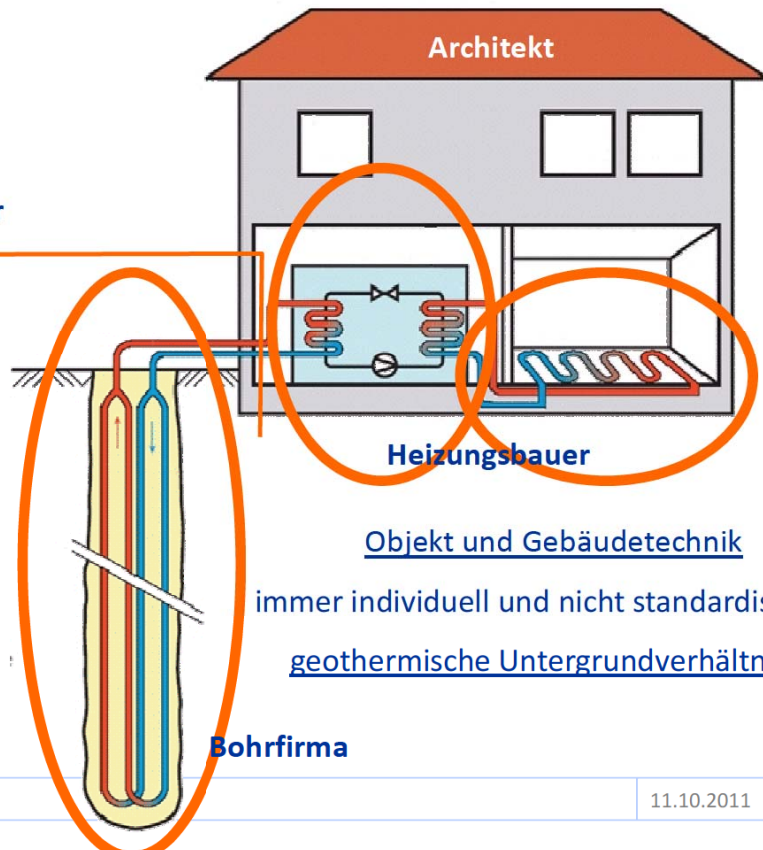
Schnittstelle CDM – TGA-Planer

Heizungskreislauf

Wärmepumpenkreislauf

Wärmequellenkreislauf

**Komplexes Zusammenspiel
verschiedener Planer
und
ausführende Firmen**



CDM

11.10.2011

3

Grundlagenermittlung

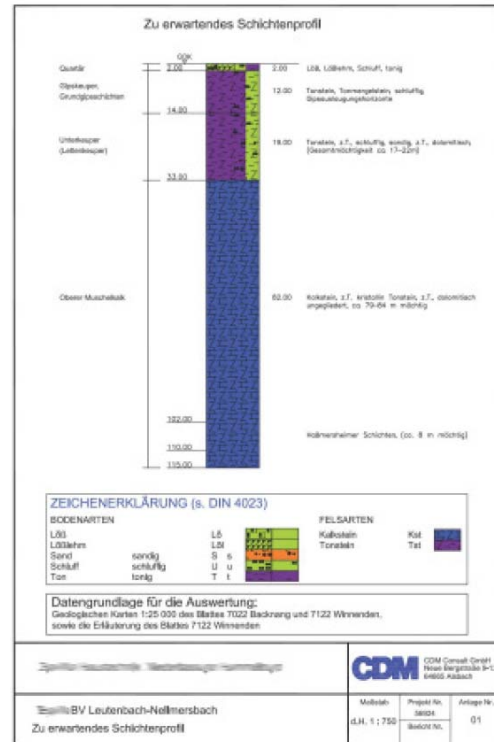
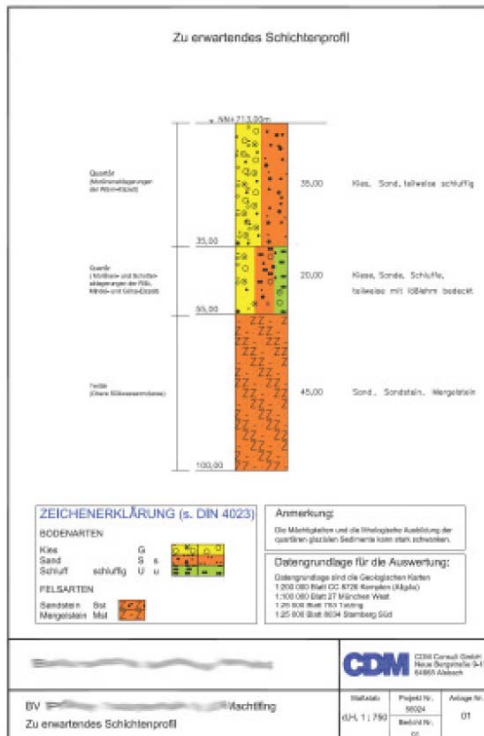
- **Literaturrecherche**
- **Auswertung von Karten**
 - topographische Karte
 - geologische Karte
 - hydrogeologische Karten (Grundwassertemperatur, Grundwasserstockwerke, Grundwasserfließrichtung, Grundwasserfließgeschwindigkeit, Grundwasserschwankungen)
 - Wasserschutzgebietskarten
 - Altlastenkatasterkarten
 - Ver- und Entsorgungsleitungen (Medien, Gas, Wasser, Abwasser)
 - tektonische Karten
 - Erdbebenkarte

CDM

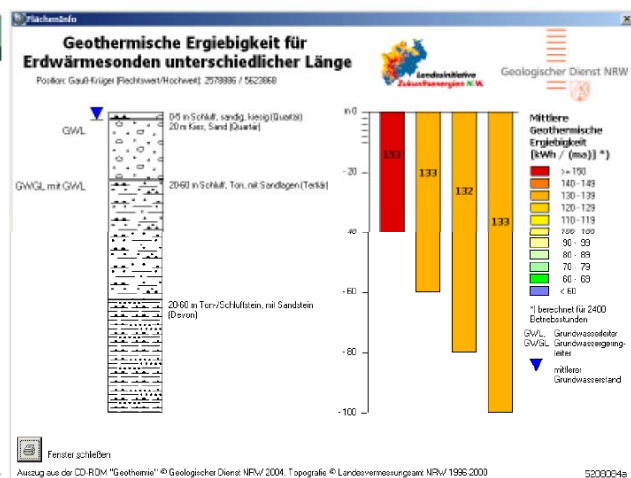
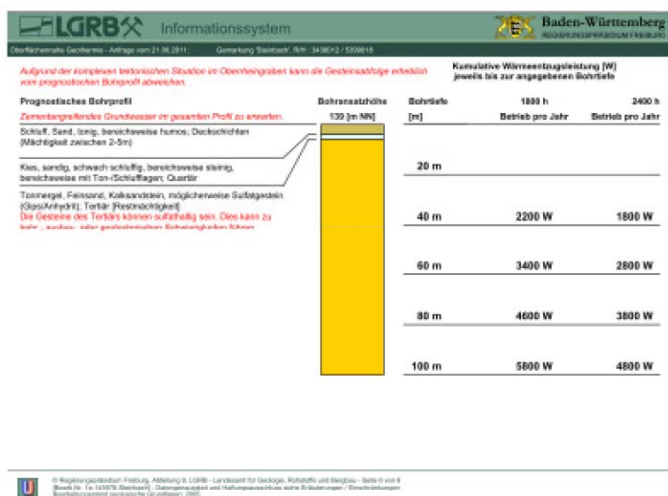
11.10.2011

4

Zu erwartendes geologisches Profil



Zu erwartendes geologisches Profil



Grundlagenermittlung

- **Literaturrecherche**
- **Auswertung von Karten**
- **Behördenkontakte**
 - Genehmigungsfähigkeit
 - Standardauflagen, Bohrtiefenbegrenzung
 - geothermische Anlagen in der näheren Umgebung
 - Kampfmittelfreiheit
 - Altlastenfreiheit
 - Aufschlussdatenbank, Bohrprofile in der Umgebung
 - bekannte geologische / hydrologische Besonderheiten
 - Bergsetzung, Salzkinetik
 - aktiver oder ehemaliger Bergbau

CDM

11.10.2011

7

Grundlagenermittlung

- **Literaturrecherche**
- **Auswertung von Karten**
- **Behördenkontakte**
- **Zusammenstellung aller derzeit zugänglichen und relevanten Informationen der geplanten Baumaßnahme**
 - Lagepläne, Katasterplan, Gebäude, aktuelle Leitungspläne
 - Bauzeitenplan (der anderen Gewerke)
 - Baugrundgutachten / geotechnischer Bericht
 - Erforderliche Heiz- und oder Kühlleistung nach Angaben des TGA-Planers / Architekten / Heizungsbauer
 - Konzept der Wärme- und Kälteversorgung

CDM

11.10.2011

8

Grundlagenermittlung

- **Literaturrecherche**
- **Auswertung von Karten**
- **Behördenkontakte**
- **Zusammenstellung aller derzeit zugänglichen und relevanten Informationen der geplanten Baumaßnahme**
- **Bericht als Entscheidungsgrundlage für den Bauherren:**
 - **Zusammenfassung der Grundlagenermittlung**
 - **Standort- und Risikoanalyse**
 - **Machbarkeitsstudie geothermische Anlage**

Geothermische Vorerkundung

Pilotbohrung

- Bohrprofil
- Grundwasserstände
- Ausbau zur Erdwärmesonde

Enhanced Geothermal Response Test (EGRT)

- Tiefenprofil ungestörten Untergrundtemperatur
- Tiefenprofile Temperatur während und nach der Heizphase
- Tiefenprofil Wärmeleitfähigkeit
- Tiefenprofil Bohrlochwiderstand
- Wiederholungsmessung möglich

Geothermische Vorerkundung - Pilotbohrung



CDM

11.10.2011

11

Geothermische Vorerkundung - Pilotbohrung

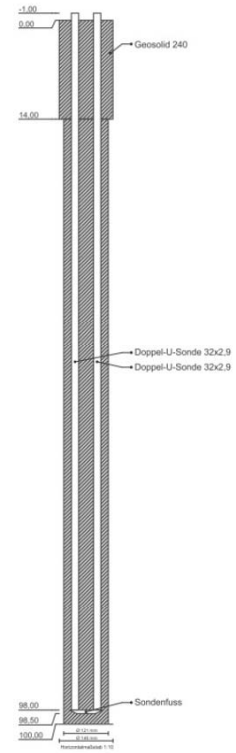
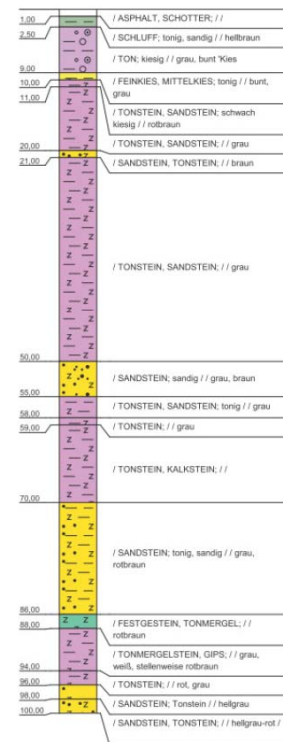


CDM

11.10.2011

12

Geothermische Vorerkundung - Pilotbohrung



Geothermische Vorerkundung – EGRT



Geothermische Vorerkundung – Temperaturprofil

Earth Energy Designer - EED

Version 3.16 (Unicode)

798 configurations (0-797)

Untergrundeigenschaften

Wärmeleitfähigkeit	3,500	?	W/(m·K)
Spez. Wärmekapazität (vol.)	2,160	?	MJ/(m³·K)
Mittl. Temperatur a.d. Erdoberfläche	8,000	?	°C
Geothermischer Wärmefluss	0,06000	?	W/m²

Übernehmen

Programm EWS
Berechnung von Erdwärmesonden

Stoffwerte Fluid: Monoethylglykol 20% bei 0°C

Wärmeleitfähigkeit Fluid [W/mK]	0.50
Dichte Fluid [kg/m³]	1037
spezifische Wärmekapazität Fluid [J/kgK]	3905
kinematische Viskosität Fluid [m²/s]	0.0000035

Sondendurchsatz:

Temperaturdifferenz über Sonde [K]: 3.0 Durchsatz [kg/s]: 0.080

Temperaturen im ungestörten Erdreich:

Jahresmitteltemperatur Luft [°C]: 9.0
zusätzliche Bodenwärmung [°C]: 0.8
Temperaturgradient Erde [°C/m]: 0.030

Sondentiefe berechnen: ☐ Ja ☒ Nein
Minimal möglicher Sonderrücklauf = -3.0 °C

Temperaturprofil in Erde eingeben? ☐ Ja ☒ NEIN

Grafik

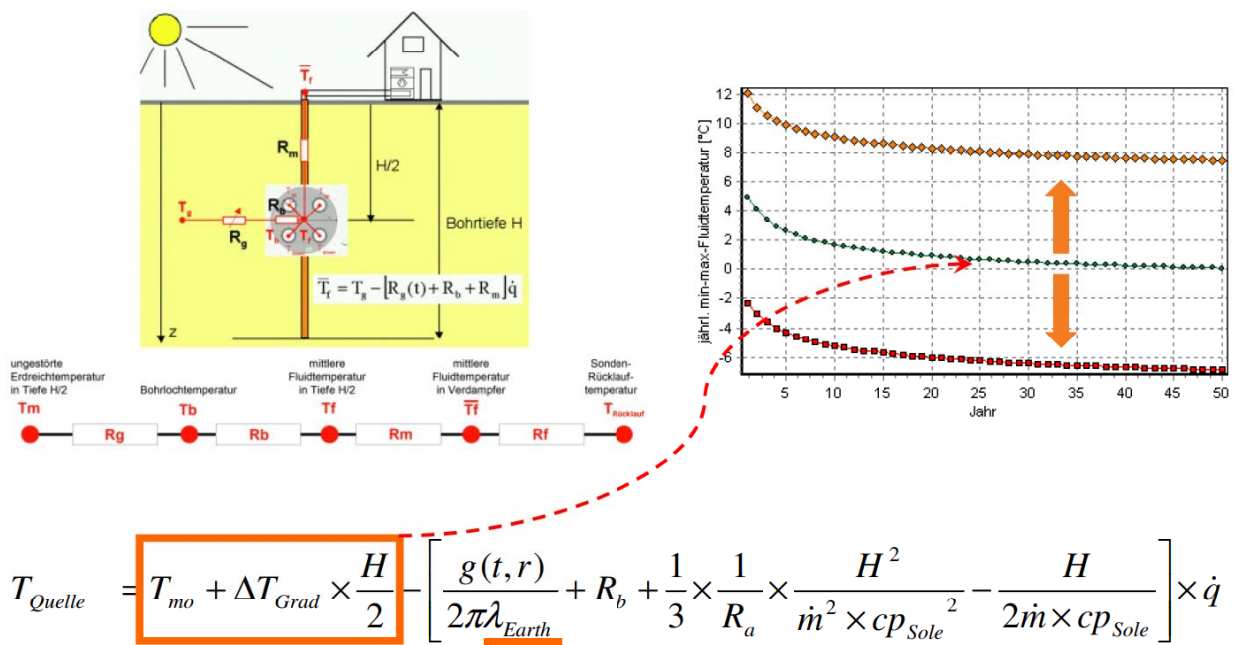
1. Bodentemperatur bei	100.0 m	12.8 °C	
2. Bodentemperatur bei	300.0 m	18.8 °C	
3. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
4. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
5. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
6. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
7. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
8. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
9. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	
10. Bodentemperatur bei	0.0 m	0.00 °C	

CDM

11.10.2011

15

Geothermische Vorerkundung – Temperaturprofil



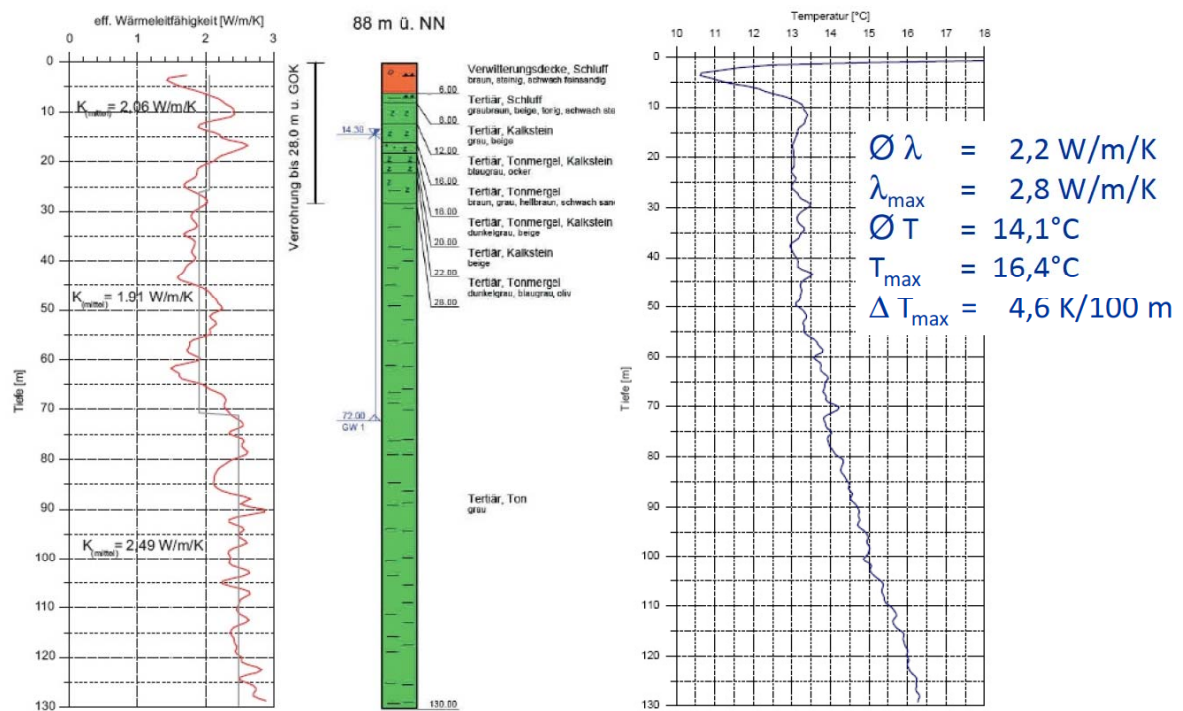
Analytische Erdwärmesondengleichung
aus Huber (April 2009): Benutzerhandbuch zum Programm EWS

CDM

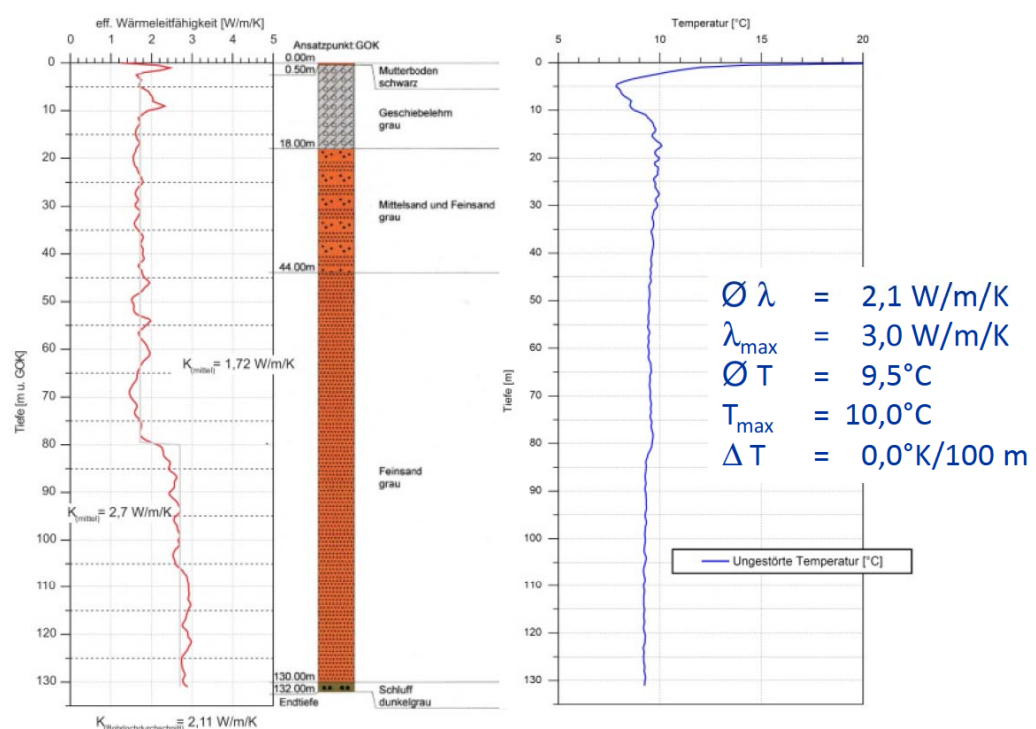
11.10.2011

16

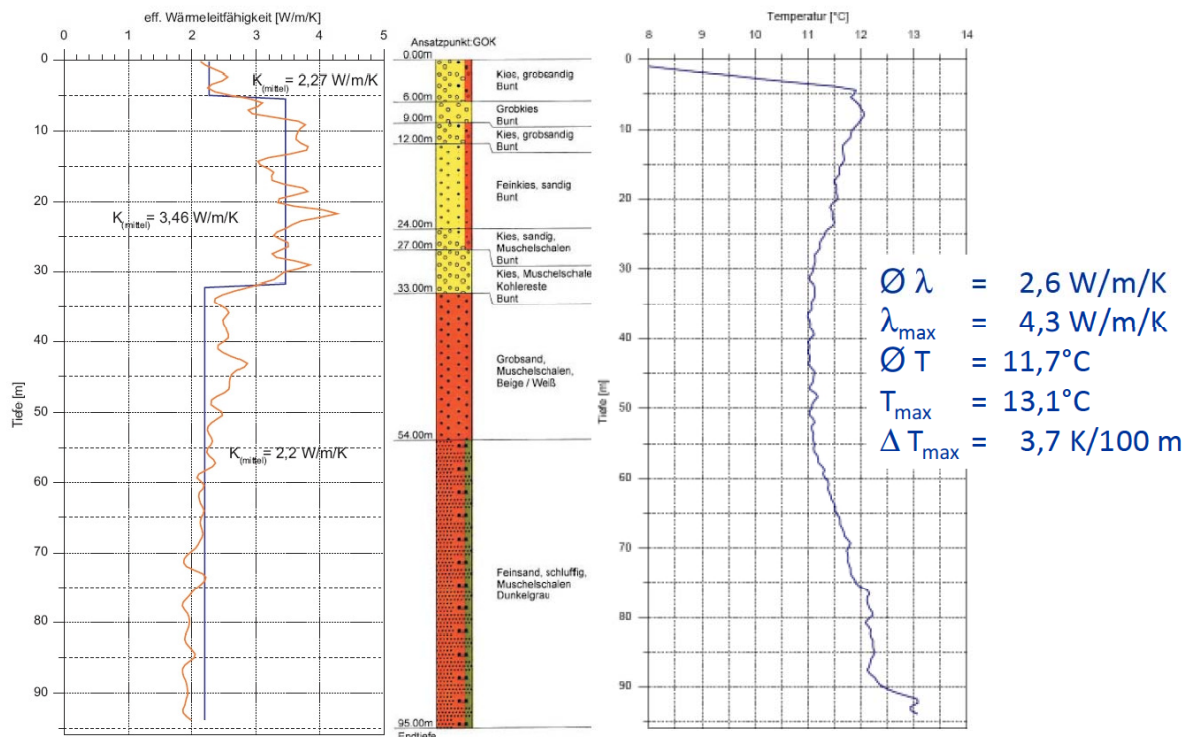
Geothermische Vorerkundung – EGRT



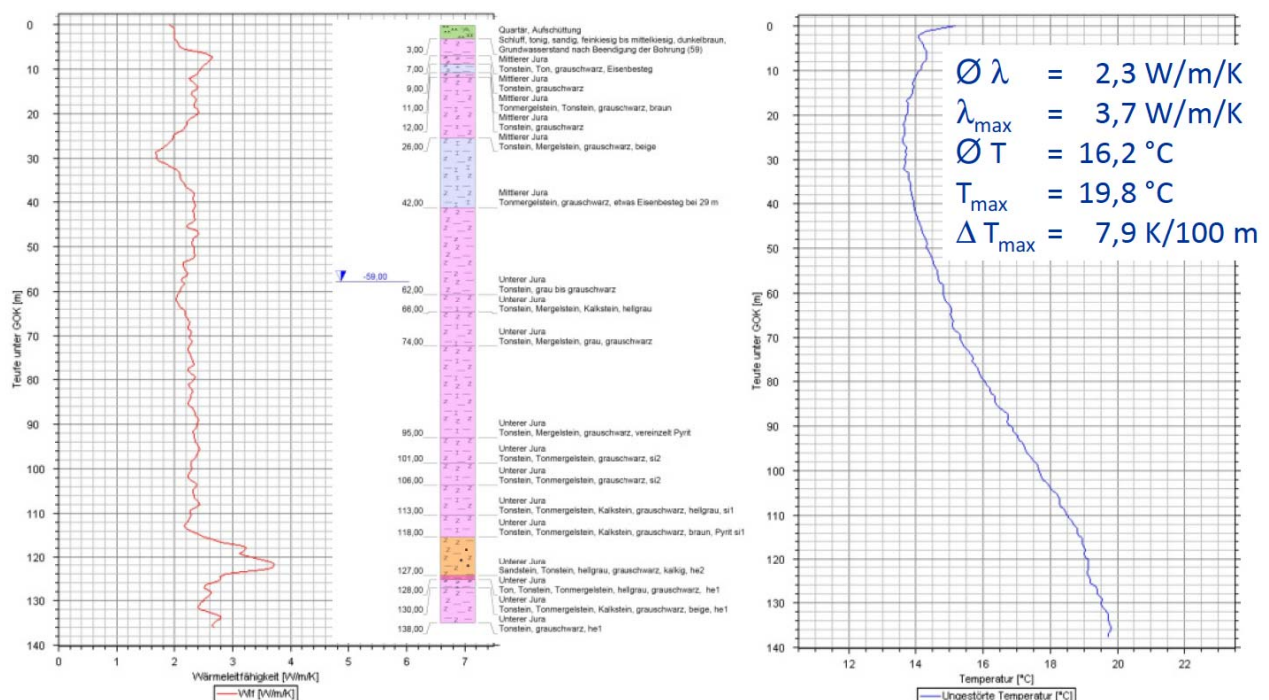
Geothermische Vorerkundung – EGRT



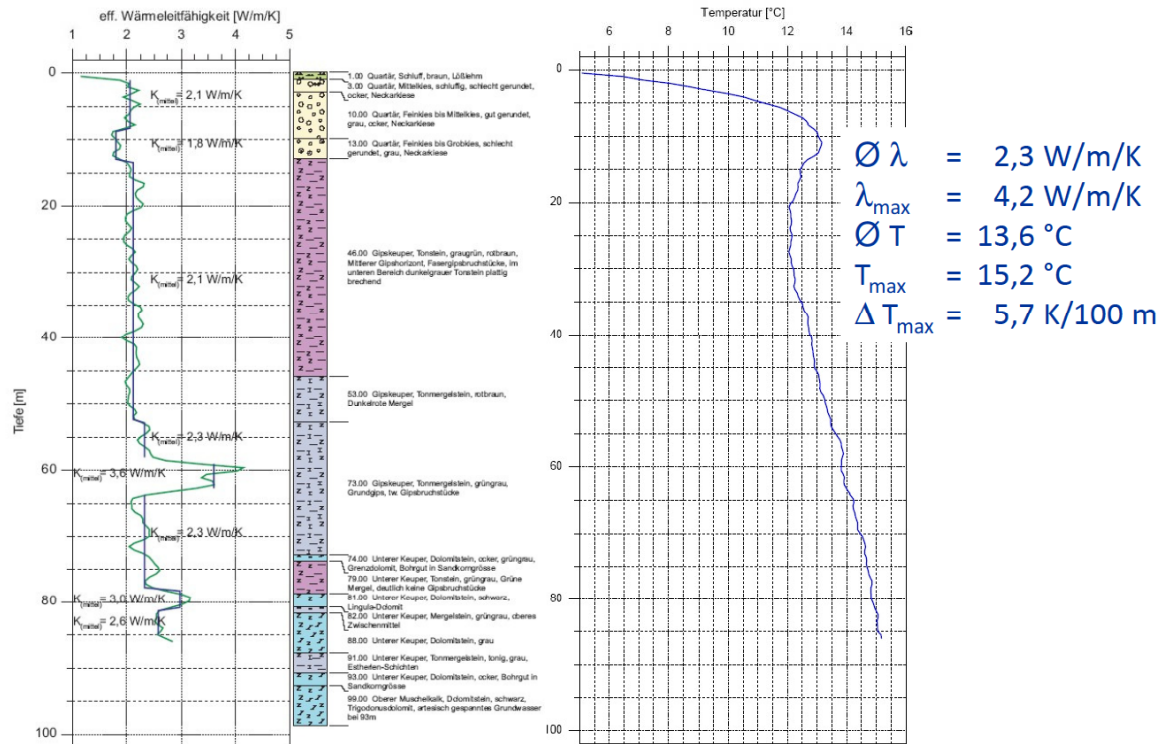
Geothermische Vorerkundung – EGRT



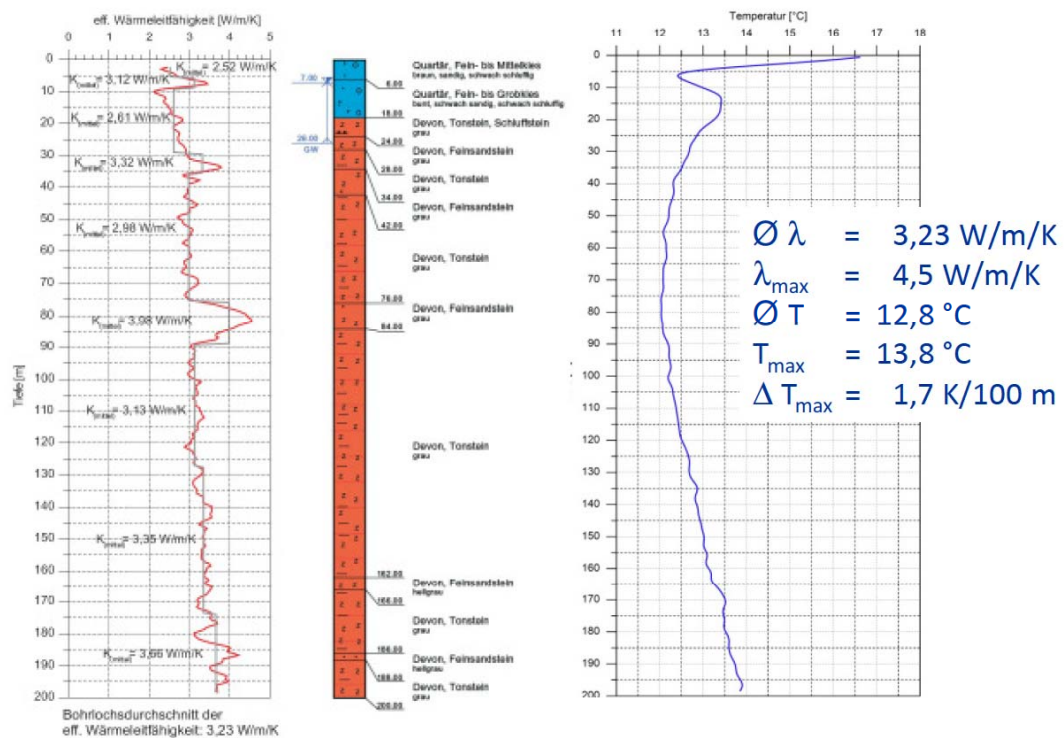
Geothermische Vorerkundung – EGRT



Geothermische Vorerkundung – EGRT



Geothermische Vorerkundung – EGRT



Auslegung von Erdwärmesonden-Anlagen

- Tiefenprofil Wärmeleitfähigkeit des Untergrunds
- Tiefenprofil Temperaturen im Untergrund
- Energieprofil des TGA-Planers
 - kW und MWh/a Heizen und Kühlen
 - monatliche Verteilung
 - Spitzenlasten
 - Wärmeträgermedium / Volumenstrom
- Erdwärmesonden
 - Bohrtiefe maximale / sinnvolle / wirtschaftliche
 - Abstände / Fläche
 - Bohrdurchmesser / Ringraumverfüllung
 - Hydraulik EWS-Feld
- Auslegungszeitraum

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

- **Bohrung**
 - Benennung des Bohrverfahrens
 - täglicher Bohrfortschritt
 - Endteufe der Bohrung
 - Art und Menge der verwendeten Spülgusätze
 - Schichtenverzeichnis
 - Grundwasserstockwerke / Grundwasserstauer
 - Einmessen der Bohransatzpunkte

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

- **Bohrung**
- **Sondenrohre / Sondenfuß**
 - Hersteller Rohre / Fuß
 - Herstellungsdatum
 - Material
 - Typ (Druckstufe, Innen- oder Außendurchmesser, Wandstärke)
 - Druckprüfungsprotokoll (werkseitige Prüfung vor dem Einbau)
 - Länge bei Auslieferung
 - Anlieferung / Transport auf Palette oder lose
 - Planskizze
 - sonstige Spezifikationen

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

- **Bohrung**
- **Sondenrohre / Sondenfuß**
- **Einbau der Erdwärmesonden-Rohre**
 - Einbau mit Haspel oder ähnlichem materialschonendem Verfahren
 - Einbautiefe der Erdwärmesonden-Rohre
 - Einbautiefe der Verpressrohre
 - Anzahl und Durchmesser der Verpressrohre
 - Uhrzeit Anfang und Ende des Einbaus

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

- **Bohrung**
- **Sondenrohre / Sondenfuß**
- **Einbau der Erdwärmesonden-Rohre**
- **Ringraumverpressung**
 - Bezeichnung und Hersteller des Verpressmaterials
 - Berechnung des Wasser / Feststoffverhältnis
 - Vorkalkulation / berechnetes Ringraumvolumen / berechnete Menge
 - zeitlicher Abstand zwischen dem Ziehen der Schutzverrohrung und dem Beginn der Ringraumverpressung
 - Datum, Uhrzeit Beginn und Ende des Verpressvorgangs
 - Verpressdruck
 - Mengenangaben tatsächlich verwendetes Wasser / Feststoff
 - Rückstellprobe

CDM

11.10.2011

27

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

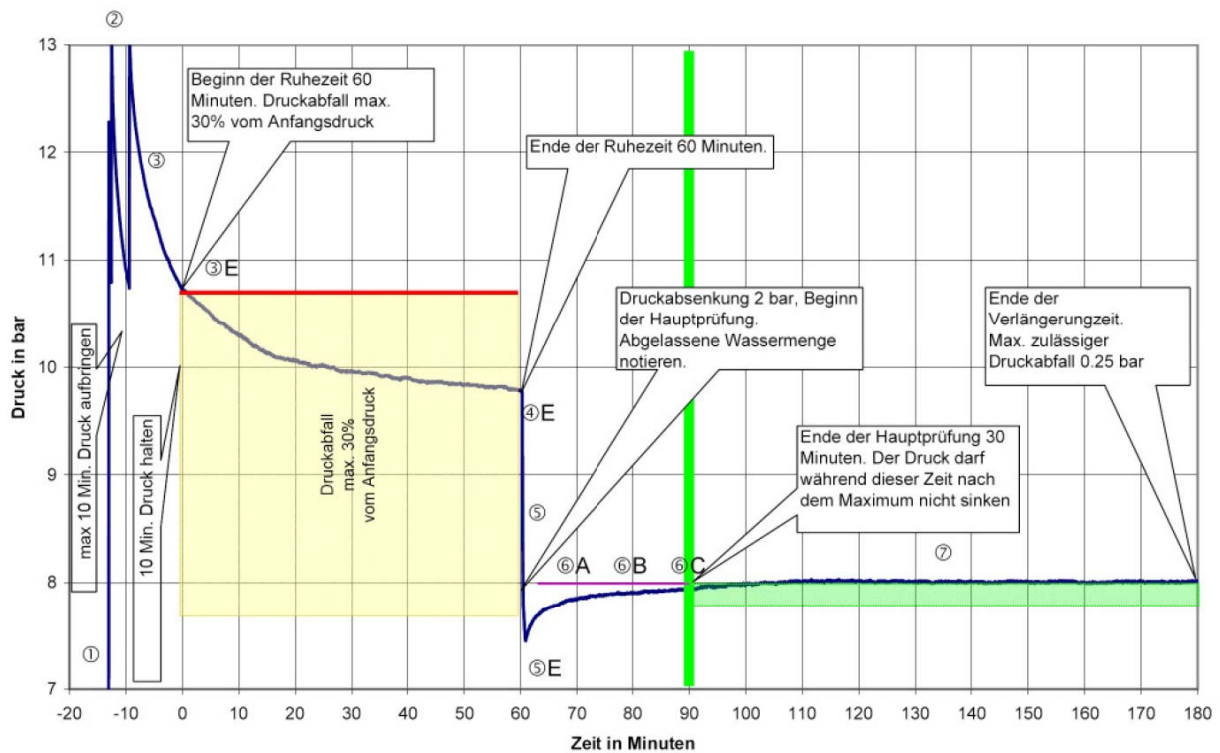
- **Bohrung**
- **Sondenrohre / Sondenfuß**
- **Einbau der Erdwärmesonden-Rohre**
- **Ringraumverpressung**
- **Durchfluss- und Dichtheitsprüfung**
 - Datum, Uhrzeit, Beginn, Ende
 - Prüfdruck / Anfangsdruck, Ruhezeit / Druckabsenkung / Hauptprüfung
 - Angaben und Ablauf nach DVGW Arbeitsblatt W 400-2 oder SIA 384

CDM

11.10.2011

28

Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung



Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung



Fachtechnische Begleitung der EWS-Bohrung

- **Bohrung**
- **Sondenrohre / Sondenfuß**
- **Einbau der Erdwärmesonden-Rohre**
- **Ringraumverpressung**
- **Durchfluss- und Dichtheitsprüfung**
- **Leitungsführung / Verteilerschächte**
 - Leitungspläne (Lage und Tiefe der Anschlussleitungen)
 - Vermessungsprotokolle / Gefälle der Anschlussleitungen
 - Bettung der Anschlussleitungen, Material und Aufbau
 - Anschlussbelegung im Verteilerschacht



**Herzlichen Dank
für Ihre
Aufmerksamkeit**