

St. Gallen sucht(e) einen Turm...

1



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

... St. Gallen hat zwei Türme



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

2



Reise zum heissen Puls der Erde – Geothermiebohrungen in St. Gallen

Stefan Berli
Dipl. sc. nat., Geologe SIA
FORALITH Drilling Support AG
Bionstrasse 4
CH – St. Gallen

Rotary Club St. Gallen
04.06.2012

3



FORALITH - Gruppe



FORALITH
Gruppe

Ein Unternehmen der BAUER-Gruppe

Bionstrasse 4
CH-9015 St.Gallen
Tel. +41 71 313 70 50
Fax +41 71 313 70 60
www.foralith.ch



FORALITH Bohrtechnik AG



FORALITH Equipment AG



FORALITH Drilling Support AG



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

4



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

5

Ablauf der Präsentation

- Erschliessungstechnik und Nutzungsmöglichkeiten der Geothermie
- Tiefbohrtechnik
- Tiefengeothermieprojekt St.Gallen
 - > Machbarkeit und Planung
 - > Seismik und Geologie
 - > Bohrspur und Standortwahl
- Tiefbohrtechnische Detailplanung
 - > Gezielte Ablenkungen
 - > Bohrlochdesign
 - > Werkzeugplanung
 - > DWOP (Drilling Well On Paper)

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

8

Erschliessungstechnik und Nutzungsmöglichkeiten

9

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

Erscheinungen an der Erdoberfläche

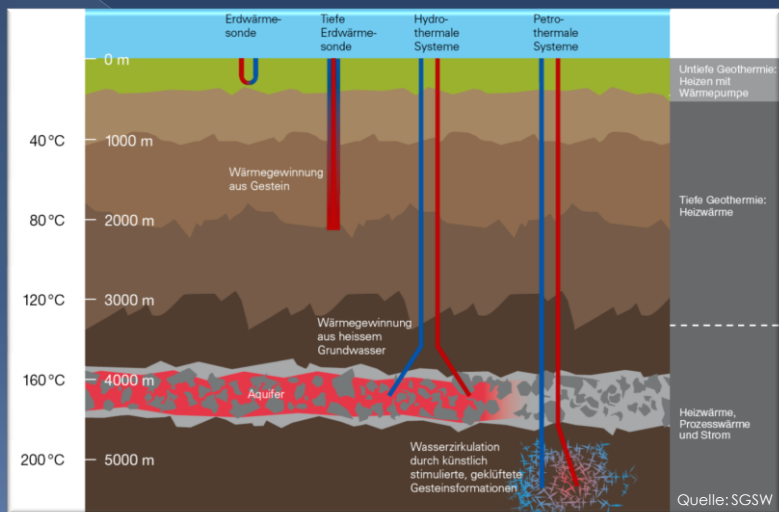
- Thermalquellen
- Fumarolen
- Geysire
- Schlammkessel
- Vulkane



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

10

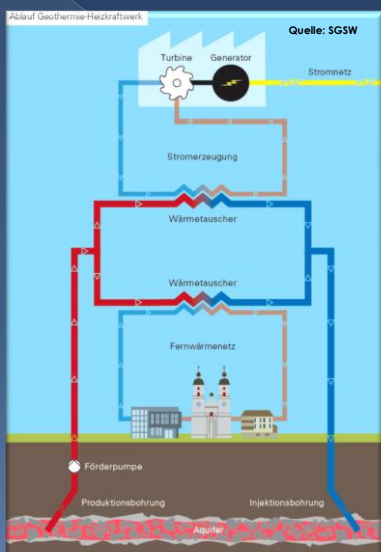
Geothermische Systeme



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

11

Geothermie-Heizkraftwerk



• Bohrlochlängen:

- GT-1: 4'804 m
- GT-1a: 5'018 m
- GT-2: 5'000 m

• Zielhorizonte: Malm /
Muschelkalk

• Konzept: „Aquifer in
Bruchzone“

- Wasserrförderung: 50 l/s
- Wassertemperatur: 170 °C
- Leistung Wärme: 30 MW
- Leistung Strom: 5 MW
- Total Investitionen: CHF 70 Mio

EXPOLORATION;
vor der Hacke ist es duster

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

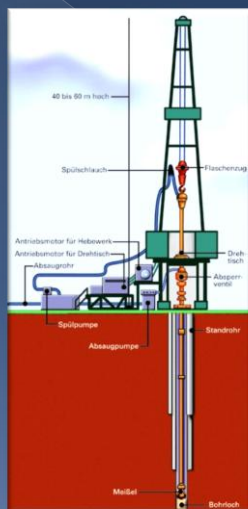
12

Tiefbohrtechnik

13

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

Bohranlagen-Komponenten

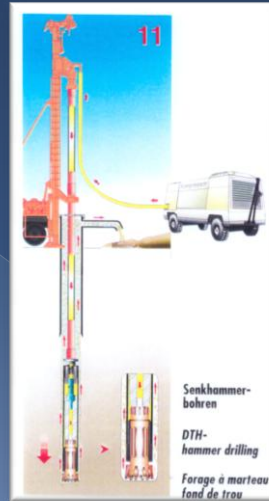
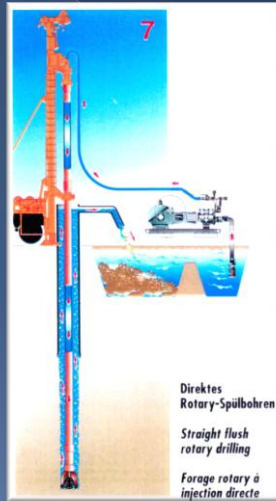


- Bohrturm
- Haken / Flaschenzug
- Spülkopf
- Bohrgestänge (ca. 9 m lang)
- Bohrwerkzeug
- Antriebseinheit
- Drehtisch und Kellystange / Kraftdrehkopf
- Spülpumpen
- Spülungstanks
- Bohrspülung
- Standrohr
- Ankerrohrtour
- Ringraumzementation
- Preventer
- Technische Rohrfahrt
- Casing
- Bohrlochausbau / Filterrohre
- Unterwasserpumpe
- Bohrlochabschluss

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

14

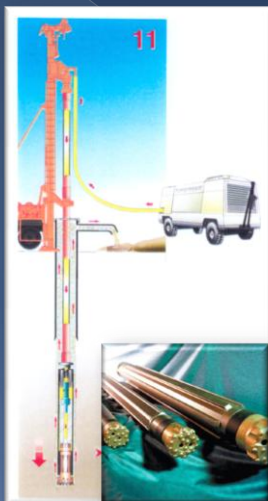
Zwei Bohrverfahren



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

27

Imloch - Hammerbohrung



- Schlagenergie: Luft durch rotierendes Bohrgestänge auf Meisselplatte
- Hochdruckkompressor: 25 – 28 bar
- Spülmedium: Luft
- **ideal im Fels**; > 250 m je nach Wasserzulauf
- in Lockermaterial in Verbindung mit fortlaufender Verrohrung (Doppeldrehkopf, Doppelrotorkopf) einsetzbar (ausser feinkörnige Sedimente, Silte, Tone); max. 70 – 100 m
- Bohrloch bei Gas oder Arteser schlecht bis nicht kontrollierbar bzw. sanierbar
- Anwendung mit mobilen Universalbohranlagen (Prakla) und Hammerbohranlagen (Klemm)

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

28

Rotations - Nassspülbohrung



- Rotierendes Bohrgestänge mit gezieltem Andruck treibt die „schneidenden“ Kegelräder der Bohrmeißel (auch Flügelmeißel, etc.)
- Spülmedium: Wasser mit Spülmittelzusätzen wie Bentonit, Antisol, Beschwerungsstoffe, etc.)
- Spülpumpe notwendig
- **ideal im Lockermaterial** (Kies, Sand, Schluff, Ton)
- im Fels wegen schlechterem Bohrfortschritt bei EWS-Bohrungen nur selten im Einsatz
- Tiefe: „unbeschränkt“; bzw. Anlagenkapazität
- Bohrloch kontrollierbar und sanierbar bei Gas oder Arteser
- Anwendung mit mobilen Universalbohranlagen (Prakla); Hammerbohranlagen nur mit Zusatz- oder Beistellpumpe

Bohrwerkzeuge und Proben

Hughes Christensen Produktübersicht



Kraftdrehkopf und Bohrwerkzeug



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

31

Spülungstechnik



Für jede Bohrung erstellt ein Spülungsingenieur ein lithologieabhängiges Spülungsprogramm:

- Bohrlochstabilisation
- Schmierung und Kühlung der Bohrwerkzeuge
- Cutting-Austrag
- Verhinderung von Spülungsverlusten
- Verhinderung von Fluidzuflüssen (Wasser / Gas)

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

32

Sicherheitskomponenten



Preventerstack und hydraulische Schliessanlage zum vollständigen Bohrlochabschluss bei sicherheitsrelevanten Vorkommnissen wie Öl, Gas oder Wasser unter hohem Druck



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

33

Der Toolpusher



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

34

Tiefengeothermieprojekt St.Gallen

54

Machbarkeit und Planung
 Seismik und Geologie
 Bohrspur und Standortwahl



FORUM Drilling Support AG

Geothermie aus gutem Grund: Unterhaching (D)

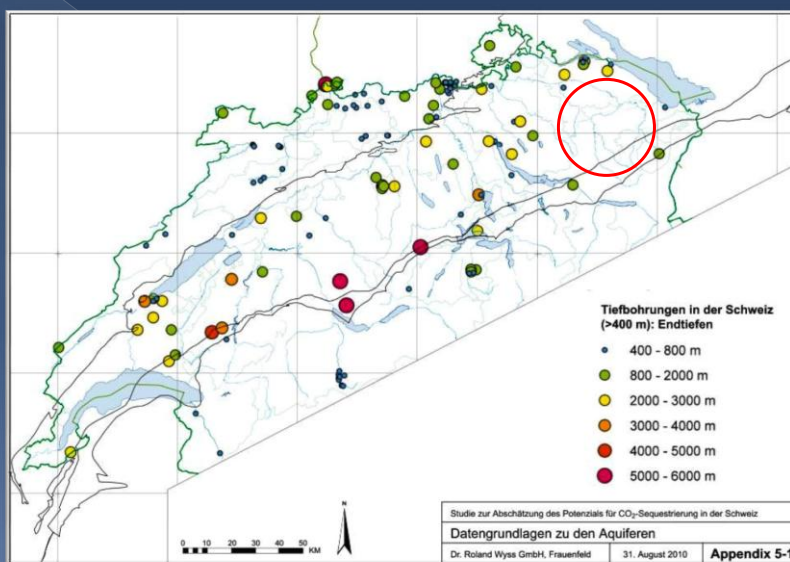
- Strom: $3.5 \text{ MW}_{\text{el}}$ @ 8000 h/a \rightarrow 28 GWh/a
- Wärme: $20 \text{ MW}_{\text{th}}$ @ 2000 h/a \rightarrow 80 GWh/a
- Thermalwasser: 130 l/s @ 130°C
- Realisierungsdauer: 6 Jahre
- Bohrtiefe: Dublette, ca. 3500 m
- Kosten: ca. 80 Mio. EUR
- Versorgung: 70 % von Unterhaching (20'000 Einwohner) mit Strom und Wärme



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

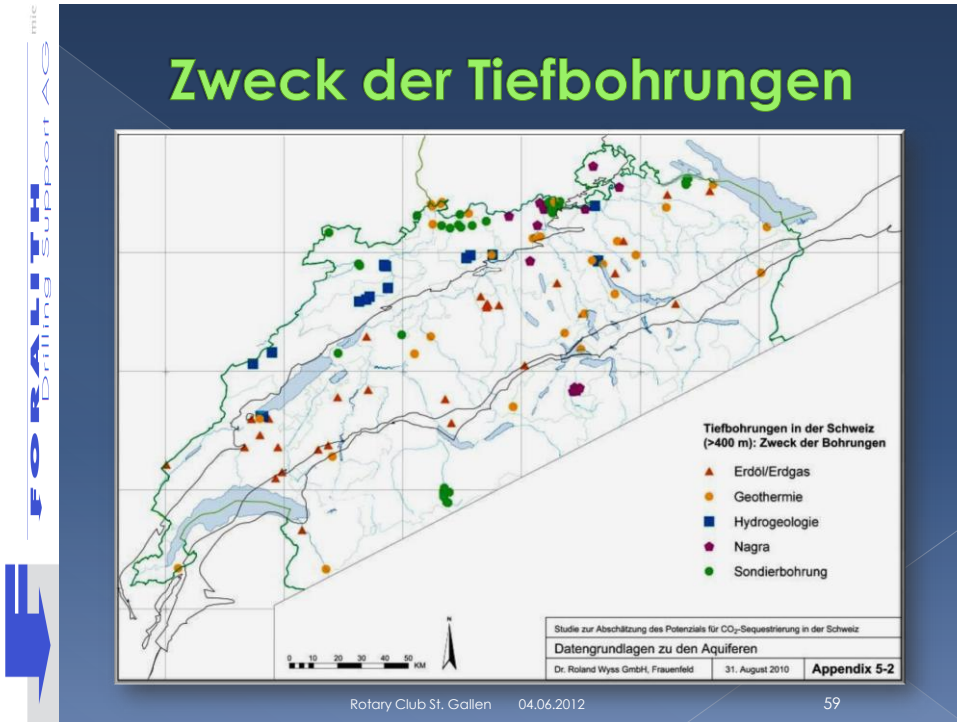
57

Tiefbohrungen in der Schweiz



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

58



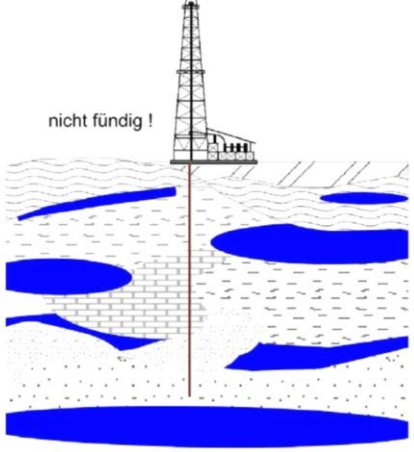
FORALH Drilling Support AG

Nur Detailwissen bringt Erfolg

Nobody is Perfect!

.....

oder vor der Hacke ist es duster...



nicht fündig !

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012 62

FORALH Drilling Support AG

Die 3D-Seismik ist für die Bohrlochplanung unerlässlich

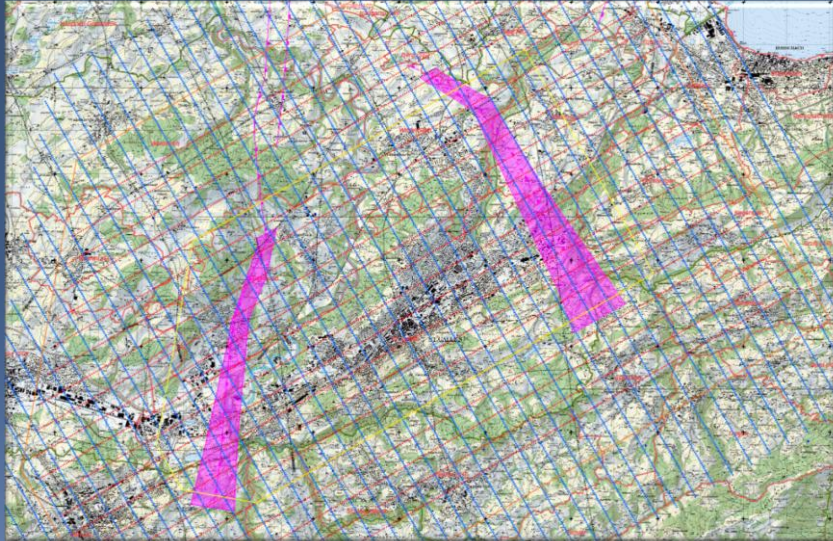


Die 3D-Seismik ermöglicht uns ein räumliches Bild des Untergrundes mit dem Verlauf der Bruchzonen und die Definition des Zielpunktes der Bohrung innerhalb eines Zielhorizontes



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012 63

3D-Seismik; 300 km² Fläche



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

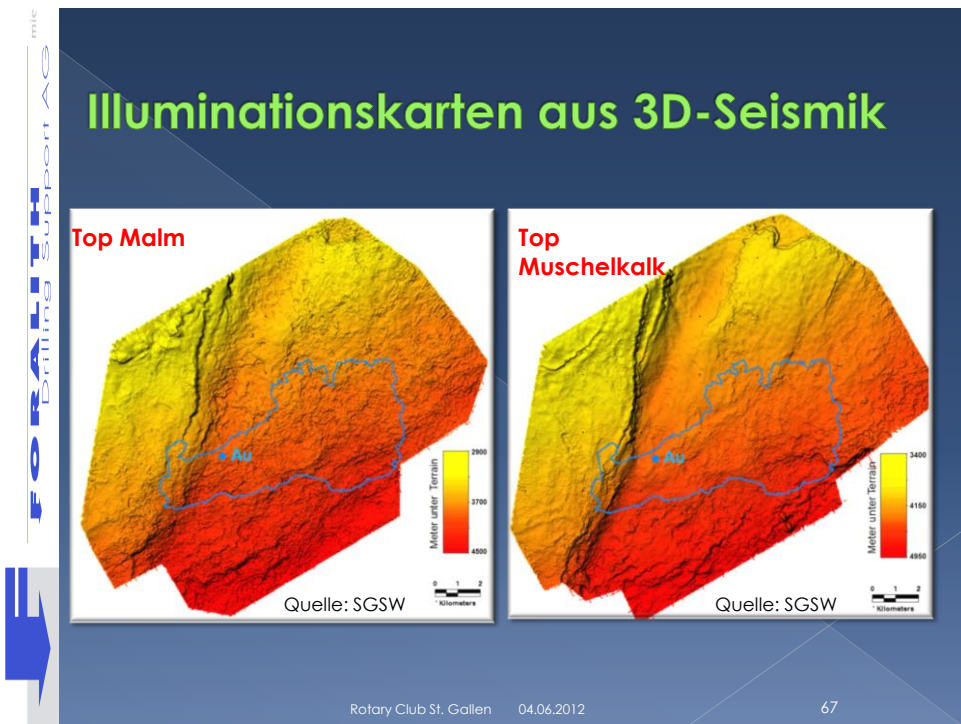
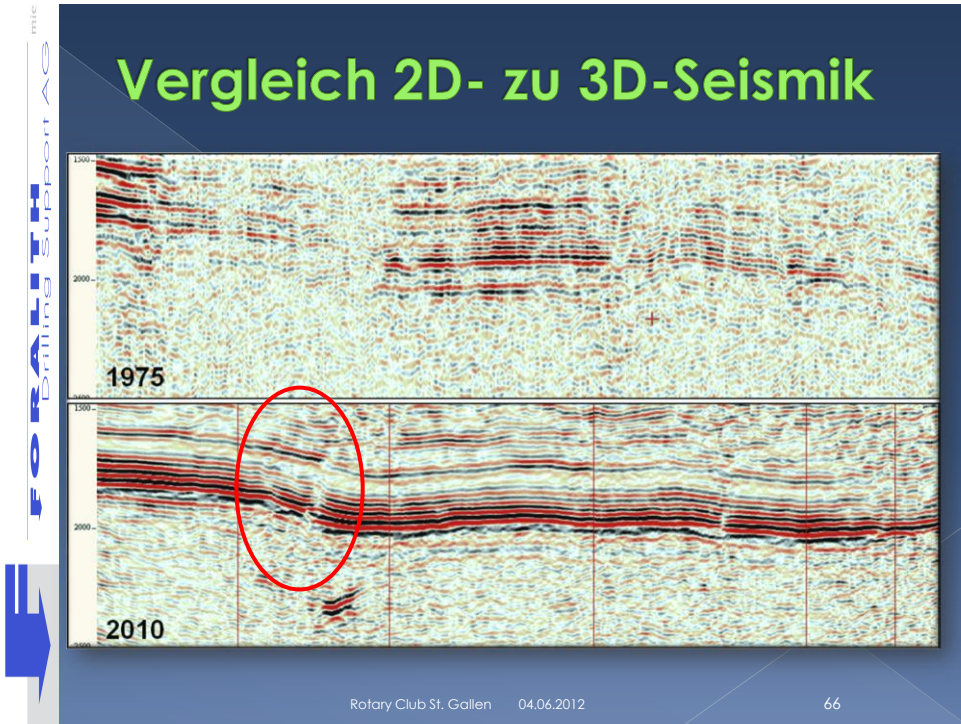
64

Vibrationstrucks im Feld

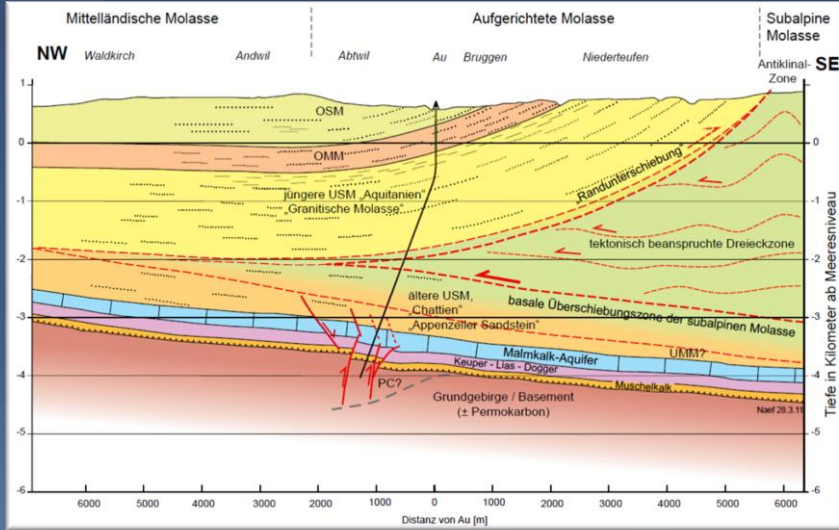


Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

65



Geologische Situation



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

68

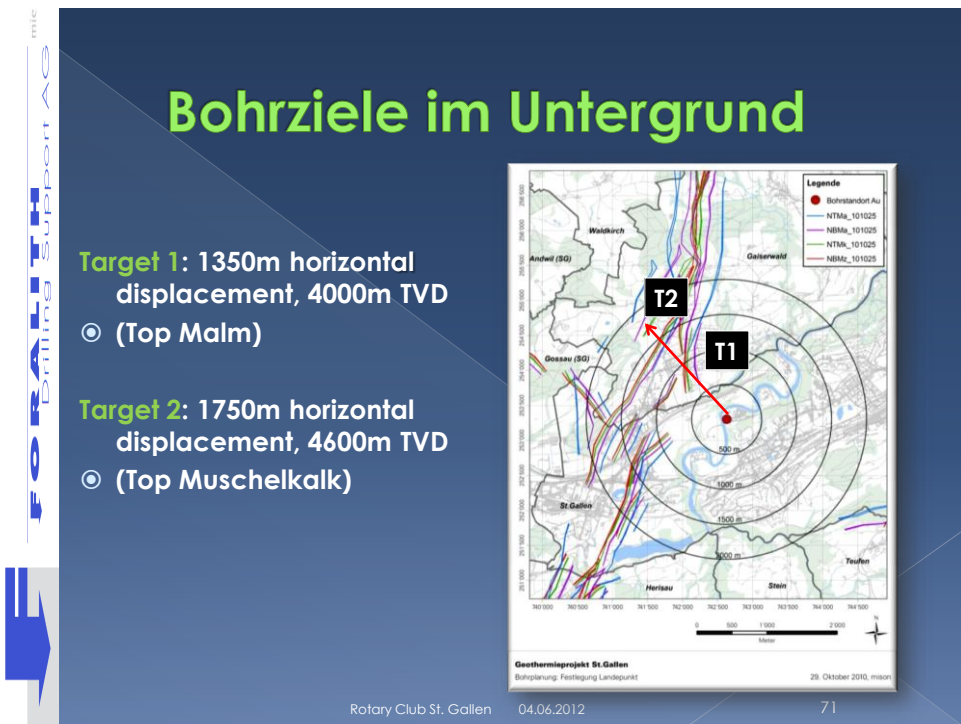
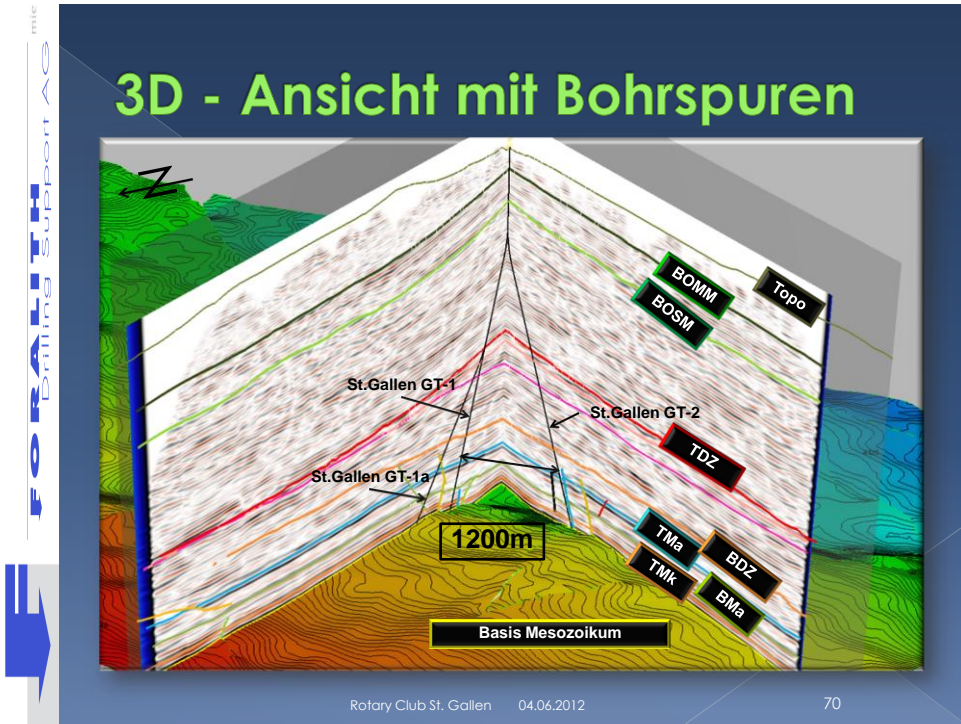
Prinzipschema der Bruchzonen



Wibberley & Shipton (2010)

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

69



Standortevaluation „Au“



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

72

Bohrplatz „Au“



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

73

Wahl der geeigneten Bohranlage



8 Tonnen Hakenlast



580 Tonnen Hakenlast

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

74

Rahmenbedingungen für einen Bohrbetrieb in einer Stadt

- Lage zum untertägigen Zielgebiet;
- Bohrlochablenkungen
- Grundwasserschutz
- Topographie des Bohrplatzes
- Wohn- oder Gewerbebezonen
- Infrastruktur (Wasser, Strom, Abwasser)
- Zufahrten und Rundumfahrten
- Schwertransporte
- Sicherheitsaspekte
- Transport und Montage:
 - > modulare Containerbauweise der Einzelkomponenten
 - > Minimierung der Spezialkraneinsätze durch selbsterrichtendes Mastsystem
- Lärmschutz: (24-h-Betrieb)
 - > Kapselung der Antriebsaggregate
 - > Gestängehandlung mit Manipulator (Impulsgeräusche)
 - > Kraftdrehkopf statt Drehtisch
 - > KDK mit automatischem Spannkopf zur Gestängeaufnahme
- Sicherheit:
 - > Geschlossene, automatische Spülsauberung
 - > Riggfloor mit freistehendem BOP

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

75

BAUER; TBA 300 / TBA 440

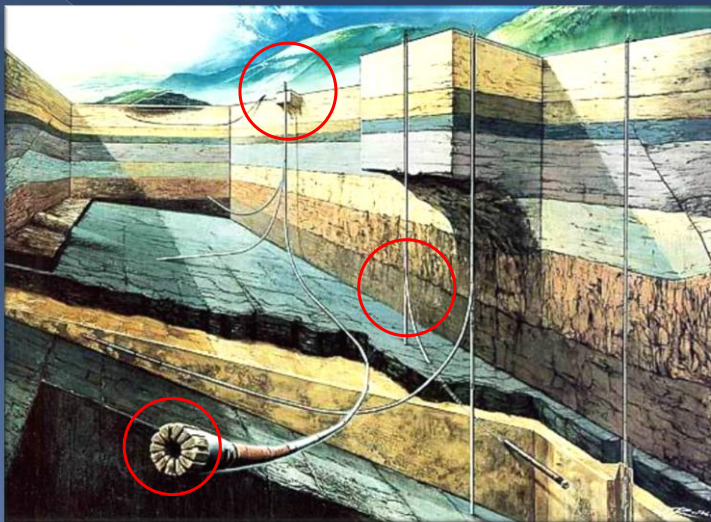


| | |
|---------------------------------------|---------------|
| - Max. Zugkraft : | 300 t / 440 t |
| - Max. Druckkraft: | 30 t |
| - Gesamthöhe: | 40,83 m |
| - Gewicht: | 540 t |
| - bestehend aus: | 24 Containern |
| - Freier Hub / Gestängeeinbau: | 14,0 m |
| / Casingeinbau: | 20,0 m |
| - Max. Drehmoment Kraftdrehkopf: | 65 kNm |
| - Max. Drehzahl Kraftdrehkopf: | 180 U/min |
| - Installierte Leistung Grundgerät: | 800 kW |
| - installierte Leistung Gesamtanlage: | 4 MW |
| - Größe innerer Bohrplatz: | 31 x 46 m |

Tiefbohrtechnische Detailplanung:

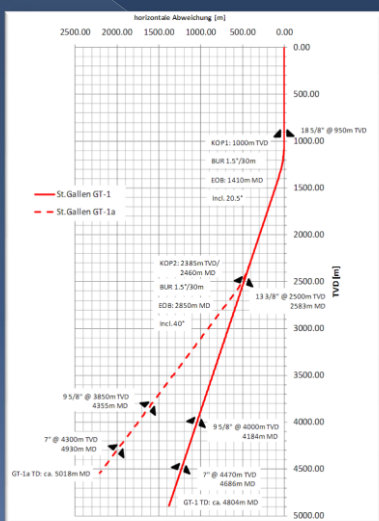
Gezielte Ablenkungen
 Bohrlochdesign
 Werkzeugplanung
 DWOP (Drilling Well On Paper)

Nichts ist unmöglich



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

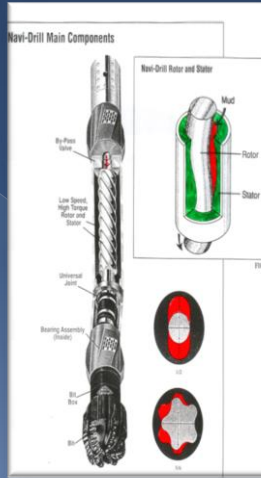
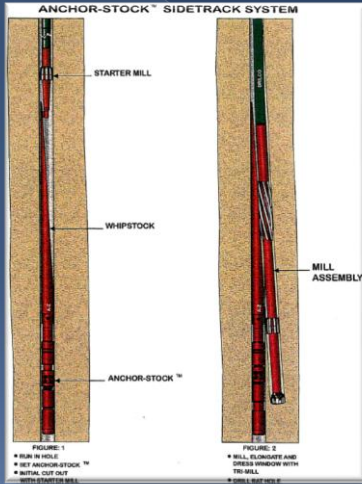
Gezielte Ablenkungen



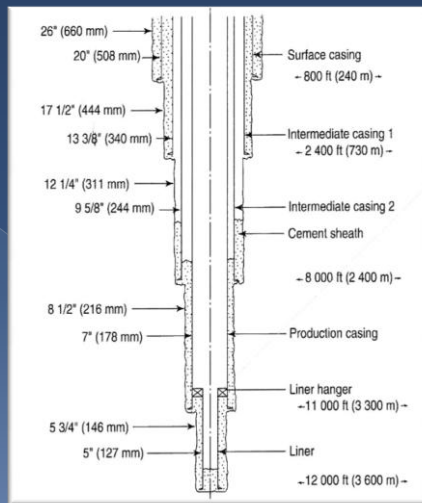
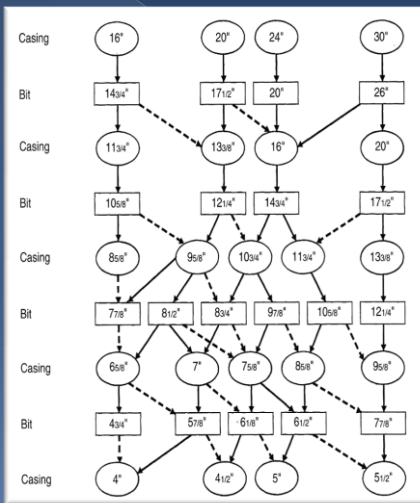
- **GT-1:**
 - KOP: 1000 m TVD/ MD
 - BUR: 1.5 °/30 m
 - EOB: 1410 m MD
 - Inclination: 20.5°
 - Azimuth: 320°
- **GT-1a:**
 - KOP: 2385 m TVD/ 2460 m MD
 - BUR: 1.5 °/30 m
 - EOB: 2850 m MD
 - Inclination: 40°
 - Azimuth: 320°

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

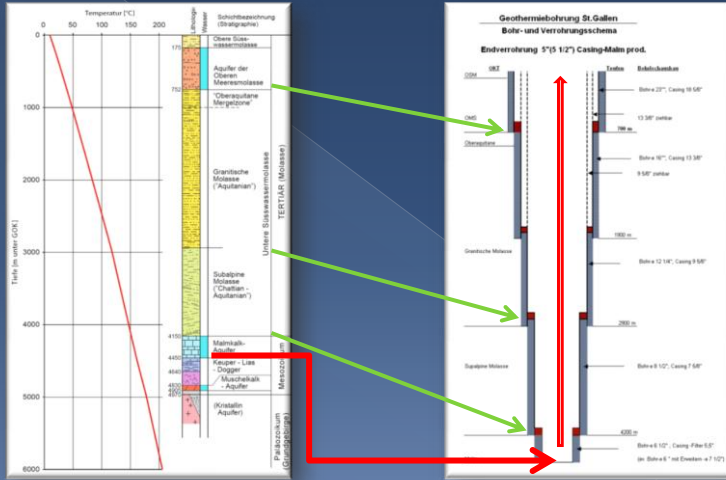
Gezielte Ablenkung mit Keil und/oder Vorortmotor



Bohr- und Verrohrungsschema



Die Geologie bestimmt das Bohrlochdesign



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

82

Die Werkzeugplanung



Rollenbohrwerkzeuge

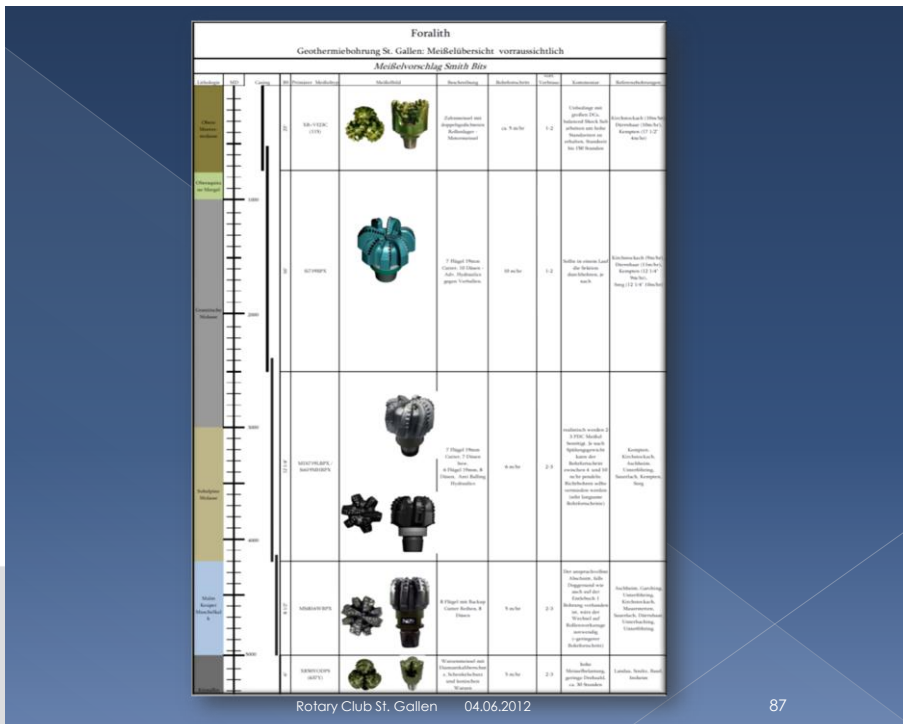
oder



PDC - Werkzeuge

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

86



Meisselkalkulation St. Gallen

Wahrscheinlichster Fall (Rollenmeißel & PDC):

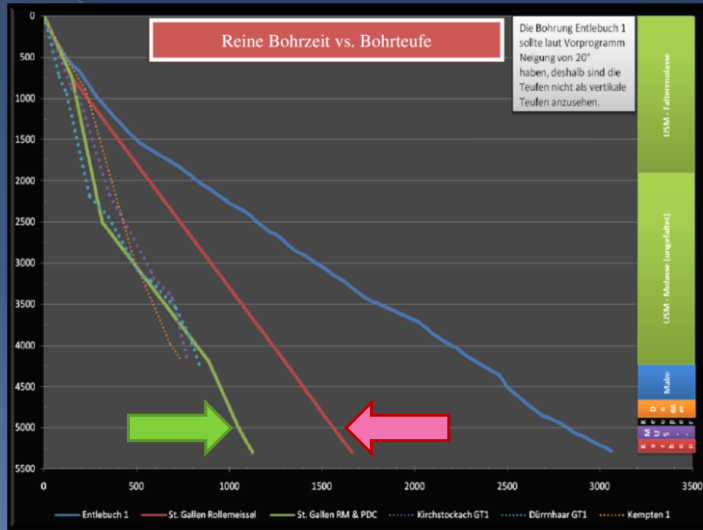
| Abschnitt: | Größe | Verbrauch | wahr. Bohrfortschritt | Cum. Bohrzeiten |
|-------------|---------|-----------|-----------------------|-----------------|
| 0-750m | 23" | 1-2 ZM | 5 m/hr | 150h |
| 750-2500m | 16" | 1-2 PDC | 7 m/hr | 314h |
| 2500-4200m | 12 1/4" | 2-3 PDC | 4 m/hr | 889h |
| 4200-5000m | 8 1/2" | 2 PDC | 5 m/hr | 1.049h |
| 5000m-5300m | 6" | 2-3 WM | 4 m/hr | 1.124h |

Schlechtester Fall (nur Rollenwerkzeuge):

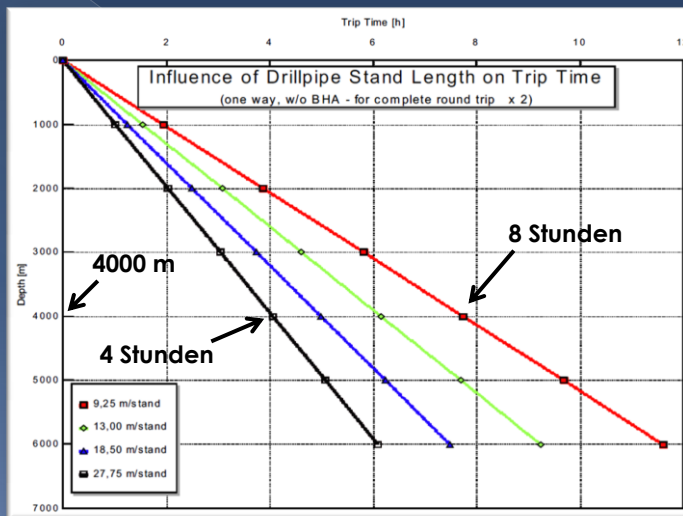
| Abschnitt: | Größe | Verbrauch | wahr. Bohrfortschritt | Cum. Bohrzeiten |
|-------------|---------|-----------|-----------------------|-----------------|
| 0-750m | 23" | 2 ZM | 5 m/hr | 150h |
| 750-2500m | 16" | 7 WM | 3 m/hr | 583h |
| 2500-4200m | 12 1/4" | 9 WM | 3 m/hr | 1.299h |
| 4200-5000m | 8 1/2" | 6 WM | 3 m/hr | 1.599h |
| 5000m-5300m | 6" | 3 WM | 3 m/hr | 1.659h |

ZM... Zahnmeißel, WM... Warzenmeißel, PDC... Polycrystalline Diamond Compact

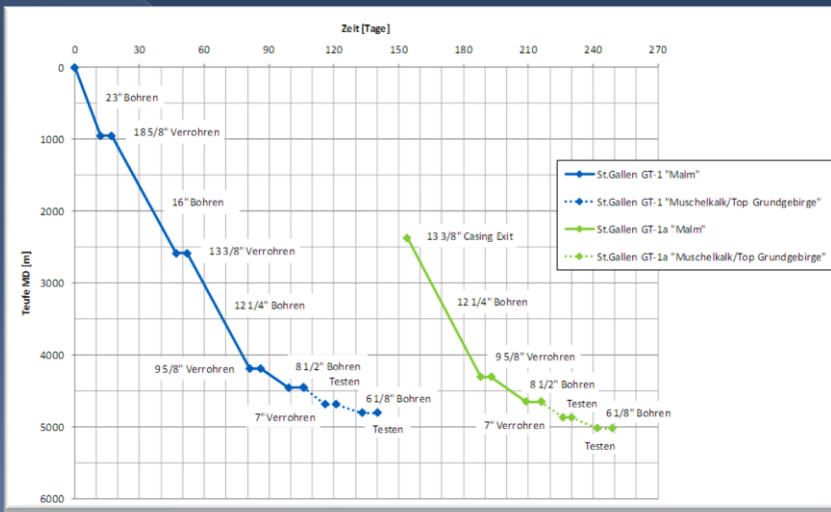
St. Gallen im Vergleich zu anderen Bohrprojekten



Einfluss der Länge einer Bohrstange auf die Tripzeit; Bohrdauer und Kosten



Zeit- Teufen-Diagramm



Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

91

DWOP (Drilling Well On Paper)

- Erstellung eines Dokumentes („Drehbuches“) zum sicheren und effizienten Abteufen der Bohrung St. Gallen GT-1 und Vorbereitung des Sidetracks GT-1a.
- Schrittweise werden sämtliche Arbeiten aller beteiligten Disziplinen sektionsweise planerisch durchdacht und in einem Dokument zusammengetragen.
- Zusammenführen von allen relevanten Informationen, Daten und Prozeduren.
- Minimierung von Schnittstellenproblematiken.
- Risikominimierung.
- Einheitlicher Wissensstand für alle beteiligten Projektpartner.
- Abrechnungsgrundlage.

Inhaltsverzeichnis

- Impressum
- Zusammenfassung
- Abkürzungsverzeichnis
- Normen/Verordnungen/Richtlinien
- Literaturverzeichnis
- Tabellenverzeichnis
- Abbildungsverzeichnis
- Inhaltsverzeichnis
- 1.1 → Zweck der Bohrungen
- 1.2 → Erste Bohrung St. Gallen GT-1
- 1.3 → Zweite Bohrung St. Gallen GT-2
- 1.4 → Zeit/Teufenplanung
- 1.5 → Aufträge/Verträge
- 1.6 → Health, Safety and Environment (HSE)
- 1.7 → Geologie
- 1.8 → Saisonische Linie
- 1.9 → Geologisches Prognoseprofil
- 1.10 → Lithologische Prognose
- 1.11 → Hydrogeologische Prognose
- 1.12 → Büchlocherkonstruktion
- 1.13 → Bohr- und Verrohrungsschemata
- 1.14 → Büchlocherbaufälle
- 1.15 → Bohren

Bohrprogramm für jede Sektion

- Wesentliche Struktur:**
- > Geologie
 - > Arbeitsablauf
 - > Meisselauswahl
 - > Richtbohrtechnik
 - > BHA
 - > Rohreinhau
 - > Zementation
 - > Logging
 - > Fangwerkzeuge
 - > Evtl. Liner Hanger
 - > Besonderheiten

| Bericht Nr. | Datum [Tag] | von [Anzahl] | bis [Anzahl] | Dauer [Stunden] | Zusammen [Stunden] | Zusammen [Tage] | Teufe [m] | Benennung | Art der Arbeit | BSP [m] |
|-------------|-------------|--------------|--------------|-----------------|--------------------|-----------------|-----------|-----------|--------------------------------|---------|
| 1 | 1. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 24:00 | 1:00 | 0:00 | 2 | DW Actuel | 2:9 |
| 2 | 2. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 48:00 | 2:00 | 105:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 3 | 3. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 72:00 | 3:00 | 165:00 | 6 | Traps | 0:0 |
| 4 | 4. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 96:00 | 4:00 | 200:00 | 2 | DW Actuel | 2:9 |
| 5 | 5. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 120:00 | 5:00 | 255:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 6 | 6. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 144:00 | 6:00 | 400:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 7 | 7. Jun. 12 | 20:00 | 0:00 | 10:00 | 154:00 | 6:16 | 450:00 | 5 | Conditioning Mud & Circulating | 0:0 |
| 8 | 8. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 16:00 | 170:00 | 7:05 | 450:00 | 6 | Traps | 0:0 |
| 9 | 9. Jun. 12 | 14:00 | 0:00 | 16:00 | 186:00 | 8:00 | 515:00 | 2 | DW Actuel | 4:1 |
| 10 | 10. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 210:00 | 9:00 | 615:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 11 | 11. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 234:00 | 10:00 | 705:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 12 | 12. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 258:00 | 11:00 | 805:00 | 2 | DW Actuel | 4:5 |
| 13 | 13. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 282:00 | 12:00 | 895:00 | 5 | Conditioning Mud & Circulating | 0:0 |
| 14 | 14. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 12:00 | 294:00 | 12:30 | 895:00 | 6 | Traps | 0:0 |
| 15 | 15. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 318:00 | 13:30 | 875:00 | 2 | DW Actuel | 3:1 |
| 16 | 16. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 24:00 | 342:00 | 14:30 | 895:00 | 2 | DW Actuel | 3:1 |
| 17 | 17. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 8:00 | 350:00 | 14:40 | 950:00 | 6 | Traps | 0:0 |
| 18 | 18. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 8:00 | 358:00 | 15:00 | 950:00 | 11 | Wire Line Logs | 0:0 |
| 19 | 19. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 12:00 | 370:00 | 15:40 | 950:00 | 12 | Riser Casing & Cement | 0:0 |
| 20 | 20. Jun. 12 | 0:00 | 0:00 | 4:00 | 374:00 | 16:00 | 950:00 | 12 | Riser Casing & Cement | 0:0 |

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012

92

FORALITH Drilling Support AG

Nach den Pumpversuchen wissen wir Bescheid.....




Rotary Club St. Gallen 04.06.2012 96

Die FORALITH – Gruppe; Ihre Spezialisten für die Erschliessung geothermischer Energie








Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit

Rotary Club St. Gallen 04.06.2012