Geothermieprojekt Dettenheim

Anlage 4 zum

Hauptbetriebsplan

Technisches Programm
für das Abteufen der Tiefbohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02

Inhaltsverzeichnis

Inhaltsverzeichnis ... 2
Tabellenverzeichnis ... 3
Anlagenverzeichnis ... 4
1. Vorbemerkungen ... 5
2. Beschreibung der Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02 ... 5
2.1. Lage und Koordinaten ... 6
2.2. Geologisches und lithologisches Profil ... 6
2.3. Geologische Risiken ... 7
2.4. Bohrrisiken ... 8
2.5. Design-Grundlagen und Bedingungen ... 9
2.6. Design Philosophie ... 9
3. Bohrprogramm ... 11
3.1. Verrohrung und Zementation ... 11
3.1.1. Diskussion der Verrohrungsschemata ... 11
3.1.2. Verrohrungsschema ... 14
3.1.3. Zentralisation ... 14
3.1.4. Zementationsprogramm ... 15
3.1.5. Verflanschung ... 15
3.2. Spülungsprogramm ... 16
3.3. Diskussion des Spülungsdesigns ... 16
3.4. Abfälle und Entsorgung ... 17
3.4.1. Bohrungsspezifische Abfälle - Allgemein ... 17
3.4.2. Schmutzwasser ... 17
3.4.3. Entsorgung Bohrklein ... 18
3.4.4. Entsorgung Bohrspülung ... 18
3.4.5. Entsorgung Zementreste ... 18
3.4.6. Bohranlagenspezifische Abfälle ... 18
3.4.7. Sanitärabwässer und Fäkalien ... 18
3.4.8. Anfallende Wässer während der Inproduktionssetzungsarbeiten ... 18
3.5. Richtbohrplanung und Bohrverfahren ... 18
3.5.1. Bohrpfad Voraussetzungen und Einschränkungen ... 19
3.5.2. Bohrpfade ... 19
3.5.3. Kollisionsvermeidung (Anti-Kollision) ... 20
3.5.4. Bohrziele ... 20
3.5.5. Meißel Programm ... 21
3.5.6. Richtbohrwerkzeuge ... 22
3.6. Formationsbewertung ... 22
3.6.1. Formationstests ... 22
3.6.2. Geologische Auswertungen (Mud Logging) ... 22

3.6.3. Bohrlochmessungen (Wireline Logging) ... 23
3.6.4. Survey Programm ... 23
3.7. Förder- und Injektionstests ... 23
3.7.1. Ziele der Fördertests ... 24
3.7.2. Reinigungslifts im Lufthebeverfahren ... 24
3.7.3. Leistungsinjektionsversuch ... 25
3.7.4. Sensorik und Analytik ... 25
3.7.5. Hydraulische Auswirkungen ... 25
3.8. Säuerungen ... 25
3.9. Besondere Sicherheitsaspekte im Zuge der IPS-Arbeiten ... 26
3.10. Bohrlochkontrolle, Bohranlage und Bohranlagenbetrieb ... 26
3.10.1. Kick Toleranz ... 26
3.10.2. Bohrlochkontrolle & BOP Strategie ... 26
3.10.3. BOP Test Strategie ... 27
3.10.4. Arbeitszeiten ... 27
3.10.5. Spezifikationen Bohranlage ... 28
3.10.6. Bohrlochsicherheitsausrüstung ... 29
3.10.7. Anlagenteile (Hilfs- und Nebenanlagen) ... 29
3.10.8. Arbeitsstätten, Sozial- und Sanitäreinrichtungen ... 29
3.10.9. Verkehrsaufkommen ... 30
4. Anhang ... 31
4.1. Geologische Vorausprofil DE-Th-01 ... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
4.2. Geologische Vorausprofil DE-Th-02 ... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
4.3. Bohrlochbild DE-Th-01 ... **Fehler! Textmarke nicht definiert.**
4.4. Bohrlochbild DE-Th-02 ... 34

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Bohrungskoordinaten ... 6
Tabelle 2: Geologische Risiken ... 7
Tabelle 3: Bohrrisiken ... 8
Tabelle 4: Vorläufige Absetzteufen und Verrohrungsschema ... 14
Tabelle 5: Bohr- und Verrohrungsschema DE-Th-01 ... 14
Tabelle 6: Bohr- und Verrohrungsschema DE-Th-02 ... 14
Tabelle 7: Zentralisation ... 15
Tabelle 8: Zementationsprogramm DE-Th-01 und DE-Th-02 ... 15
Tabelle 9: Spülungsprogramm ... 16
Tabelle 10: Bohrpfad DE-Th-01 ... 19
Tabelle 11: Bohrpfad DE-Th-02 ... 19
Tabelle 12: Bohrziele DH-Th-01 ... 20
Tabelle 13: Bohrziele DH-Th-02 ... 20
Tabelle 14: Meißel Programm ... 21
Tabelle 15: Richtbohrwerkzeuge ... 22
Tabelle 16: Geplante Drucktests DE-Th-01 und DE-Th-02 ... 22
Tabelle 17: Bohrlochmessungen ... 23
Tabelle 18: Survey Programm ... 23

Anlagenverzeichnis

4.1 Geologische Vorausprofile
a) DE-Th-01
b) DE-Th-02

4.2 Bohrlochbilder mit stratigraphischem Vorausprofil, Bohr- und Ausbauschema und Bohrungsverlauf
a) DE-Th-01
b) DE-Th-02

4.3 Verzeichnis potenzieller Spülungszusätze

1. Vorbemerkungen

Als Grundlage für den später geplanten Betrieb einer geothermischen Dublette sollen zwei Tiefbohrungen niedergebracht: DE-Th-01 und DE-Th-02, für die ein technisches Programm erstellt wurde, das in den folgenden Kapiteln erläutert wird. Die Bohrungen sind technisch so ausgelegt, dass sie sowohl als Förder- als auch Injektionsbohrung genutzt werden können.

Nicht Umfang des hier vorliegenden Programms sind die Standrohre bzw. deren Einbringen. Die Standrohre werden bereits als Teil der Bauleistungen zur Herstellung des Bohrplatzes installiert.

2. Beschreibung der Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02

Die Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02 werden von einem Sammelbohrplatz niedergebracht. Die Bohrungen werden in Richtung West-Nordwest (DE-Th-01) bzw. in Richtung Südwest (DE-Th-02) auf die festgelegten Zielpunkte in den Reservoirzonen abgelenkt niedergebracht.

Die Geometrie der Bohrungen wird insbesondere durch geologische, geomechanische sowie produktionstechnische Aspekte bedingt. Um einen thermischen Durchbruch zu vermeiden, sind die Zielkoordinaten der Bohrungen so gewählt, dass sie eine ausreichende Distanz zwischen Injektor- und Produktionsbohrung im Niveau der Reservoirzonen aufweisen. Die Bohrziele (Targets) entsprechen zudem den geomechanischen sowie strukturgeologischen Anforderungen und berücksichtigen darüber hinaus die Ergebnisse der seismischen Risikobeurteilung (siehe Anlage 8 des Hauptbetriebsplans).

Die Bohrungen werden nach Abschluss der Bohrarbeiten und Nachweis ihrer Fündigkeit als Förder- bzw. Injektionsbohrung dienen. Erst nach Kenntnis ihrer hydraulischen und thermischen Leistungsfähigkeit kann entschieden werden, welche der beiden Bohrungen als Produktions- bzw. als Injektionsbohrung genutzt wird. Die Förderbohrung wird mit einer Förderpumpe (Gestängepumpe, sog. line shaft pump (LSP)) und einem Steigrohrstrang versehen. Die Injektionsbohrung wird mit einem „Injektionsstrang“ in Form eines zusätzlichen 9 5/8“ Liner Tie-Back mit dahinterliegendem überwachbaren Ringraum komplettiert.

2.1. Lage und Koordinaten

Die vorgeplanten Koordinaten der Bohrungen zeigt Tabelle 1.

	ETRS89 UTM32	
	Rechtswert (X)	Hochwert (Y)
Bohransatzpunkte		
DE-Th-01	459907,724	5450619,505
DE-Th-02	459913,011	5450627,994
Geländehöhe (Bohrkeller Oberkante)	ca. 107 m NN	
Durchstoßpunkte Top Mittlerer Buntsandstein		
DE-Th-01	459190,477	5449332,714
DE-Th-02	459509,395	5448665,123
Teufen	DE-Th-01: ca. 3.580 m MD / 3.290 m TVD DE-Th-02: ca. 3.435 m MD / 3.260 m TVD	
Bohrendpunkte		
DE-Th-01	458963,427	5449608,148
DE-Th-02	459317,919	5448420,045
Teufen	DE-Th-01: ca. 4.085 m MD / 3.650 m TVD DE-Th-02: ca. 3.875 m MD / 3.575 m TVD	

Tabelle 1: Bohrungskoordinaten

2.2. Geologisches und lithologisches Profil

Basierend auf dem im Hauptbetriebsplan unter Kap. 2.4 beschriebenen geologischen Aufbau des Untergrundes ist von den in den Anlagen 4.1a und 4.1b dargestellten geologisch-lithologischen Vorausprofilen der Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02 auszugehen.

2.3. Geologische Risiken

Im Zuge einer Risikoanalyse wurden die geologischen Risiken für den Standort Dettenheim sowie die bohrtechnischen Risiken für die Bohrungen unter Verwendung von Offset-Daten umliegender Tiefbohrungen erfasst und evaluiert (Offset-Analyse). Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse und die daraus resultierenden Maßnahmen werden bei der technischen Detailplanung und bei der Ausführung berücksichtigt.

Tabelle 2 gibt zeigt eine Auswahl der bekannten geologischen Risiken für den Standort Dettenheim.

Risiko	Auftritts-wahrscheinlichkeit	Bemerkungen
Störungen	Hoch	Ziele der Bohrungen sind strukturelle Reservoire in möglichen Störungszonen auf der Ebene des Mittleren und Unteren Buntsandsteins und des obersten Perms. Es wird angenommen, dass Gesteine in diesen Ebenen aufgrund ihrer Festigkeit anfällig für Bruch sind, wenn sie gestört sind.
Formationseinfallen	Hoch	Auf regionaler Ebene ist das Tertiär und Quartär innerhalb des Oberrheingrabens überwiegend horizontal, kann aber – insbesondere in tieferen Teilen des Grabens – bei anhaltenden Verwerfungs- und Setzungsschwankungen geneigt sein. Auf regionaler Ebene fällt die mesozoische und paläozoische Abfolge unterhalb der Grabensedimente leicht nach Süden ab.
Schwellende Tone	Hoch	Es wurde berichtet, dass quellende Tone in fast der gesamten tertiären Sukzession in einem variablen Anteil vorhanden sind. Das mögliche Vorkommen von unterverdichteten Tonschiefern und daraus resultierenden Instabilitäten sind nicht unbedingt von der Tonmineralogie abhängig und können auch in nicht quellenden Tonen auftreten.
Salz	Mittel	Halit, wie er aus den Salzstöcken und Kissen im Norddeutschen Becken bekannt ist, kann während des Bohrens oder später in das Bohrloch anschwellen und Druck auf die Verrohrung ausüben. Halit wurde als mit Anhydrit assoziierte Zwischenschichten aus dem Lymnäenmergel und den Corbiculaschichten berichtet.
Calciumsulfat	Mittel bis Hoch	In einigen Formationen im Bereich Dettenheim sind Ca-Sulfate (Anhydrit, Gips) vorhanden. Üblicherweise bilden die Ca-Sulfate Schichten von wenigen dm bis über 1 m Mächtigkeit und sind mit anderen Sedimenten (± kohlenstoffhaltige Tonsteine, Dolomite, Kalksteine) vergesellschaftet. In Tonsteinen oder Mergeln können in einigen Horizonten Ca-Sulfate als Knötchen vorhanden sein. Im Allgemeinen ist der Auflösungsprozess beim Bohren schneller als die Umwandlung. Um ein späteres Quellen und einen möglichen Druck auf die Verrohrung zu vermeiden, sollte die Zementierung gründlich erfolgen. Bei den angegebenen Teufen von mehr als 950 m ist aufgrund des höheren Vertikaldrucks des Deckgebirges eine Beeinflussung der Oberfläche unwahrscheinlich.

Tabelle 2: Geologische Risiken

2.4. Bohrrisiken

Tabelle 3 zeigt eine Zusammenfassung der bohrtechnischen Risiken.

Risiko	Auftritts-wahrscheinlichkeit	Bemerkungen
Öl und Gas führende Formationen	Gering	Im Oberrheingraben können in einem Großteil der Formationen Kohlenwasserstoffe auftreten, die jedoch an Fallenstrukturen und Speichergesteine gebunden sind. Im Gebiet Dettenheim handelt es sich fast ausschließlich um Ölvorkommen (Ausnahme: Erdölgas bei Spöck im Oberen Keuper). Bekannte Lagerstätten in der Region liegen z.B. in den Cyrenenmergeln und Meletta-Schichten (Huttenheim, Graben, Forst-Weiher), in der Niederrödern-Formation (Büchenau, Leopoldshafen) oder im Mesozoikum (Jura und Keuper: Forst-Weiher). Auch die Pechelbronner Schichten sind als mögliches Erdölspeichergestein bekannt. Eine ausreichende und angepasste Spülungsdichte dient als primäre Barriere während die Bohrlochsicherheitsausrüstung (BOP) als zweite Barriere nach dem Stand der Technik ausgelegt und regelmäßig auf Druck und Funktion getestet wird.
Schlechte primäre Zementarbeiten	Mittel bis Hoch	Es werden Maßnahmen ergriffen, um den Erfolg aller primären Zementjobs zu optimieren. Diese beinhalten u.a. Spülungsverluste vor Zementation zu bekämpfen, ein optimiertes Bohrungs-Design, optimierte Rohschuhselektion, Bohrloch- und Spülungskonditionierung, Spülungsdesign, Liner rotierend zementieren etc.
Integrität und Stabilität des Bohrlochs	Mittel bis Hoch	Die Sedimentabfolge besteht hauptsächlich aus Tonen und Mergelsorten mit Einlagerungen von sandigen, kalkigen und evaporitischen Lithologien. Als reaktiv und schwer bohrbar haben sich die känozoischen Tonsteine/Mergel und die Pechelbronner Schichten sowie das Lymnaenmergel erwiesen. Die Optimierung der Spülungseigenschaften, der Bohrlochreinigung und guter Bohrpraktiken wird die Auswirkungen minimieren.
Abrasive Formationen	Mittel bis Hoch	Buntsandstein und Rotliegend sind harte, zementierte äolische Sandsteine. Die wechselnde Lithologie im Mesozoikum Dogger, Keuper und Muschelkalk kann aufgrund von Verschleiß mehrere Trips für Bits und BHA-Komponenten diktieren.
Spülungsverluste	Mittel bis Hoch	Die gute Permeabilität des Buntsandsteines und die Nähe zu Verwerfungszonen machen Spülungsverluste beim Bohren wahrscheinlich. Für die erwarteten Spülungsverluste wird ein Maßnahmenplan erarbeitet, um ein sicheres Bohren unter Spülungsverlusten zu gewährleisten. Ein Brauchwasserbrunnen und weitere Wasserversorgung mittels Tankwagen stehen im Falle von totalen Spülungsverlusten zur Auffüllung des Bohrloches zu Verfügung.
Bohrlochprobleme, stecken bleibende Werkzeuge	Mittel bis Hoch	Durch Wasserzutritt können sowohl Tonminerale (Smektite und Smektit haltige Tone) als auch Anhydrit (Umwandlung in Gips) aufquellen. Die Optimierung der Bohrungsarchitektur, der Spülungseigenschaften, der Bohrlochgarnituren, Bohrlochreinigung, und die Implementierung guter Bohrpraktiken minimieren die Auswirkungen.
Hohe Temperaturen	Hoch	Aufgrund des hohen geothermischen Gradienten sind hohe Temperaturen zu erwarten. Dies macht den Einsatz von Temperaturstabilisatoren für die Bohrspülung in den unteren Abschnitten der Bohrung notwendig. Auch beim Casing Design wurde der hohe Temperaturgradient berücksichtigt und hatte dabei eine maßgebende Rolle bei der Auswahl der Rohrtouren.

Tabelle 3: Bohrrisiken

2.5. Design-Grundlagen und Bedingungen

Die Bohrungen sind für eine Betriebslebensdauer von min. 30 Jahren ausgelegt. Korrosion hat dabei den größten Einfluss auf die Integrität des Bohrlochs und anderer Ausrüstung. Beim Entwurf der Architektur waren folgende Aspekte und Randbedingungen zu berücksichtigen:

- Die thermisch bedingte Ausdehnung der Verflanschung / des Bohrlochkopfes während des Produktionsbetriebs soll minimiert werden und muss regelmäßig überwacht und aufgezeichnet werden können.
- Das Bohrloch muss so ausgelegt sein, dass es sowohl Förder- als auch Injektionsbelastungen standhält, es kann also sowohl als Förder- als auch als Injektonsbohrloch verwendet werden. Erst nach den Testergebnissen wird eine Bohrung als Produzent oder Injektor bestätigt.
- Die Bohrungsarchitektur muss dem deutschen Standard und den BVEG-Richtlinien entsprechen. Diese erfordern einen Ringraum um die Produktionsrohrtour, der auf Integrität überwacht werden kann.
- Chevron-Dichtungen in den Dichtungsschäften der Tieback Packer und der Liner wurden so geplant, dass sie Druckaufbau im Ringraum verhindern und so dem Kollabieren der Verrohrung entgegenwirken.
- Das für die Casings und Liner vorgesehene Material L-80 hat sich in Simulationen als der beste Ansatz in Bezug auf Korrosion über den Lebenszyklus des Bohrlochs erwiesen (gleichmäßige Korrosion über Lochfraß).
- Um die Integrität des Bohrlochs und insbesondere des Förderrohrstrangs über die Lebensdauer des Bohrlochs zu gewährleisten und gleichzeitig eine gleichmäßige Korrosion zu akzeptieren, ist ausreichend Material (Wandstärke) erforderlich. Darüber hinaus müssen Produktionsrohrtouren während der Bauphase vor Verschleiß geschützt werden.
- Das Zementprogramm wurde so konzipiert, dass es der zyklischen Belastung aufgrund unterschiedlicher Bohrlochtemperaturprofile während des Testens und der Produktion des Bohrlochs standhält.
- Beide Bohrungen sollen bis in eine Tiefe von mehr als 1.000m vertikal geführt werden, um später in der als Produktionsbohrung genutzten Bohrung den Einbau einer Gestängepumpe [sog. Line Shaft Pump (LSP)] zu ermöglichen.

2.6. Design Philosophie

Während der Entwurfsphase wurde der Temperatureinfluss auf die Architektur modelliert und der Einfluss durch thermische Belastungen auf das Design speziell für Futterrohr und Zementierung berücksichtigt. Verrohrungskollaps aufgrund von Druckaufbau und Zementabbau im Ringraum sind häufige Probleme bei geothermischen Bohrlöchern.

Eines der wichtigsten Konstruktionsmerkmale/Einschränkungen besteht darin, u.a. zur Schaffung einer zusätzlichen Sicherheitsbarriere in Bezug auf den Schutz der Grundwasserleiter, einen überwachbaren Ringraum um die Produktionsrohrtour bereitzustellen. Die 13 5/8” Verrohrung besteht daher aus einem einzementierten Liner und einem permanenten 13-5/8” Tie-back mit Dichtungsschaft. Der Dichtungsschaft ist mit unidirektionalen Chevron FKM-Elastomerdichtungen ausgestattet, um eine Flüssigkeitsausdehnung im Ringraum und eine entsprechende Wärmeausdehnung der Verrohrung zu ermöglichen. Konstruktionsbedingt ist der Tie-back nicht zementiert und wird sich während der Produktion bis zu 1,9m ausdehnen. Freie Bewegung nach unten verringert die Wahrscheinlichkeit von Knicken und Ausdehnung des Bohrlochkopfes während der Produktionszyklen.

Zusätzlich ist aus Korrosionsgründen sowie zur Integritätssteigerung in der Injektionsbohrung ein 9-5/8“ Injektionsstrang vorgesehen. Dieser Injektionsstrang ist als 9-5/8“ Tie-back ausgeführt und ist von seinen mechanischen Eigenschaften ähnlich wie der 13-5/8 Tie-back zu sehen. Der Strang kann sich

nach unten hin ausdehnen und ist so vor Knicken geschützt. Zwischen Fördermedium und Grundwasser führenden Schichten entstehen so mindestens zwei (2) überwachbare Ringräume.

Zur weiteren Überwachung der Integrität und Sicherstellung zur Korrosionsvermeidung der 20“ Ankerrohrtour ist eine dauerhafte Fluidfüllung des 20“ – 13-5/8“ Ringraums sowohl für die Förder- als auch für die Injektionsbohrung erforderlich. Das Fluid besteht aus Wasser mit Korrosionsinhibitor sowie Bakterizid. Die Konzentrationen dieser Additive werden im Rahmen der Ausführungsplanung festgelegt. Sobald die genaue Zusammensetzung definiert ist, wird das Bergamt rechtzeitig informiert, und es werden entsprechende Sicherheitsdatenblätter übermittelt.

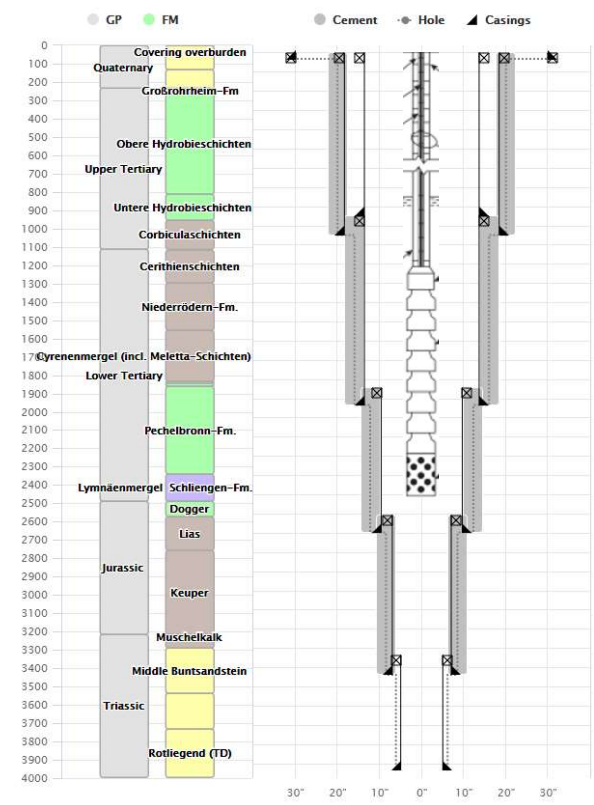


Abbildung 1: Produzent mit eingebauter Förderpumpe (nicht maßstabstreu)

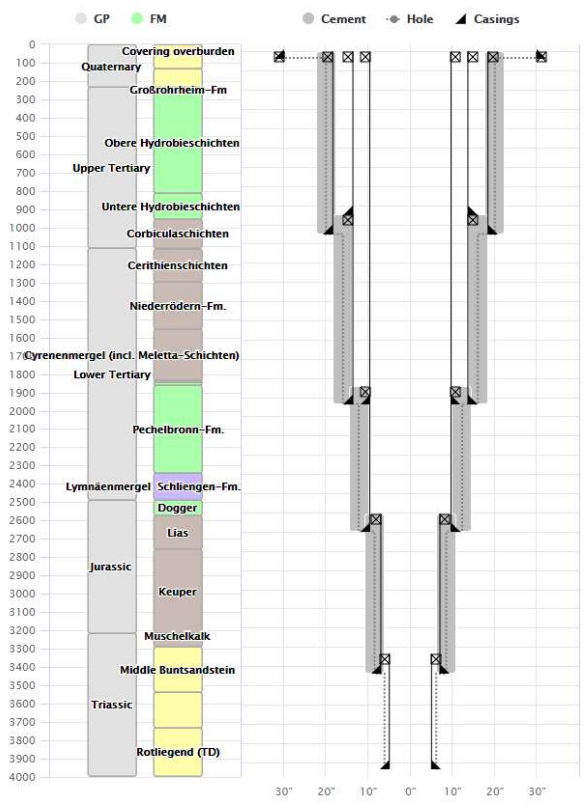


Abbildung 2: Injektor mit zusätzlichem 9 5/8“ Tie-Back (= Injektionsstrang)

3. Bohrprogramm

Dieses technische Programm beschreibt das Bohr- und Verrohrungsdesign für die Bohrungen in Dettenheim mit dem Ziel eine geothermische Dublette zu errichten. Die Deutsche Erdwärme beabsichtigt die Bohrungen zu erstellen, zu vermessen und zu testen. Dieses Programm sollte als Leitfaden betrachtet werden, dem zu folgen ist, wenn die tatsächlichen Bohrlochbedingungen dies zulassen. Sollten die Bohrlochbedingungen von den Vorhersagen vor dem Bohren abweichen, werden nötige und entsprechende Abweichungen vorgenommen, um sicherzustellen, dass der sicherste und effizienteste Betrieb gewährleistet ist. Detailliertere Bohr-, und Bohrlochtestprogramme werden mittels separater Dokumente herausgegeben.

3.1. Verrohrung und Zementation

Ein Working Stress Design (WSD) Ansatz wurde verwendet, um die erwarteten Belastungen auf die Verrohrung zu bewerten. Häufig überschreiten die Belastungen in geothermischen Bohrlöchern die WSD-Konstruktionsfaktoren aufgrund von thermischen Spannungen, die den Einsatz fortschrittlicher Konstruktionsmethoden erfordern, um zu bestimmen, ob die Konstruktion akzeptabel ist. Lasten, die die WSD-Designanforderungen übersteigen, wurden mit fortschrittlichen Methoden wie dehnungsbasiertem Design (SBD) und zuverlässigkeitsbasiertem Design (RBD) bewertet.

Es ist geplant, die Bohrungen in Dettenheim in insgesamt fünf Sektionen zu erstellen. Die Verrohrungs- und Komplettlierungsarchitektur ist darauf ausgelegt, die Exposition gegenüber Problembildungen und die Wahrscheinlichkeit zeitabhängiger Probleme wie z.B. Stahlkorrosion zu minimieren. Die Einführung von 13-5/8” und 9-5/8” Tie-backs verringert Verschleiß, verbessert die Ringraumflussgeschwindigkeiten, die Bohrlochreinigung (u.a. Bohrkleinaustrag) und reduziert die Verweilzeit/Beladung des Bohrkleins für die 12 ¼” und 8 ½” Abschnitte. Darüber hinaus werden durch diese Tie-Backs überwachbare Ringräume hergestellt, welche eine wesentliche Erhöhung des Grundwasserschutzes darstellen.

3.1.1. Diskussion der Verrohrungsschemata

- Das 30-Zoll-Standrohr (Conductor) wird während des Baus des Bohrplatzes eingebracht. Die Funktion des Standohrs ist die Abdeckung und Sicherung der meist nicht konsolidierten oberflächennahen Sand- und Kiesschichten und der darin enthaltenen Grundwässer. Mit dem Conductor wird die Tiefbohrung von den oberen Grundwasserstockwerken sicher abgesperrt (geologisch-technische Absetzteufe). Nach den Daten aus mehreren in der Nähe vorhandenen Bohrungen bis in Tiefen von max. 200 m ist davon auszugehen, dass am Standort Dettenheim der Obere Zwischenhorizont nicht oder nur sehr geringmächtig ausgebildet ist. Daher wird vorgesehen die Standrohre ca. 2m in den unterhalb des Mittleren Kieslagers in einer Tiefe von 50 bis 52m unter Gelände anstehenden Horizont ZH3 einzubinden.

- Die 20” Ankerrohrtour deckt die Hydrobienschichten bis auf 950 m ab. Die Absetzteufe ist technisch bedingt und ist aus bohrlochsicherheitstechnischen Gesichtspunkten hier anzusetzen. Die Bohrsektion sollte aufgrund der Installation der Produktionspumpe möglichst vertikal gehalten werden. Die 20“ Ankerrohrtour wird bis zu Tage zementiert.

  Zur Langzeitüberwachung des Betriebs und zur Sicherstellung der Integrität der Bohrungen werden im Zuge der Verrohrungsarbeiten zur 20“ Ankerrohrtour an deren Außenseite Glasfaserkabel zur kontinuierlichen Überwachung der Temperaturverhältnisse angebracht (DTS = Distributed Temperature Sensing). Die Glasfasern werden zur Sicherheit redundant vorgesehen. Diese werden im Zuge des Kraftwerksbetriebs in Betrieb genommen.

- Der 13-5/8” Produktions-Liner wird unmittelbar nach Durchteufen des Rupeltons (Fischschiefer und Foraminiferenmergel) innerhalb der obersten Pechelbronner Schichten abgesetzt. Die Festlegung der Absetzteufe erfolgt operativ unter Berücksichtigung der Bohrkleinansprache vor Ort sowie des Verlaufs des Gamma-Ray (geologisch-technische Absetzteufe). Der Cyrenenmergel ist die problematischste Formation und die Ursache vieler Bohrlochinstabilitätsprobleme beim Bohren. Der Bohrabschnitt wird verrohrt und mit Liner, Linerhänger und separatem Tie-back gesichert.

Chevron-Dichtungen, die einen möglichen Druckaufbau im Ringraum in die Produktionsrohrtour entlassen, sollen ein Kollabieren des Ausbaus verhindern. Der Ringraum zwischen 20“ und 13-5/8“ Tie-back wird mit inhibiertem Wasser gefüllt.

- Der 9-5/8” Produktions-Liner isoliert die Pechelbronner Schichten. Die Absetzteufe des 9-5/8“-Liners ist im Opalinuston (Dogger) geplant, so dass die komplette Abfolge des unteren Tertiärs in dieser Sektion verrohrt werden kann (geologische Absetzteufe). Sie wird operativ anhand der Bohrkleinansprache sowie der Gamma-Ray Werte festgelegt. Der Strategie für den 13-5/8“ folgend, wird dieser Liner auch aus einem separaten Liner-Hänger und einem Tie-Back-Packer bestehen. Der Liner wird bis an die Oberfläche geführt, um die Hydraulik zu verbessern und das 13-5/8“-Produktionscasing während des Bohrens vor Verschleiß zu schützen. Zur Installation einer Förderpumpe muss der 9-5/8“ Tie-back ausgebaut werden. In der Injektor-Bohrung dient er als Injektionsstrang.
- Der 7“ Liner verläuft in den Schichtfolgen Lias / Keuper / Muschelkalk. In diesem Abschnitt werden die Trias-Formationen erbohrt. Der 7“ Linerschuh wird im Plattensandstein (Oberer Buntsandstein) abgesetzt und zementiert (geologische Absetzteufe). Dies erfolgt operativ anhand der Bohrkleinansprache. Ein separates Hanger/Packer-System dient auch hier dem Vorbeugen eines Casing Kollapses durch möglichen Druckaufbau im Ringraum.

Eine Übersicht über die geplanten Sektionen und vorläufigen Absetzteufen gibt die folgende Tabelle wieder. Die angegeben Teufen weisen noch Unsicherheiten auf und werden in einem detaillierten Bohrprogramm aktualisiert.

	DE-Th-01			DE-Th-02			Kommentar
	Bohr-Ø	MD	TVD	Bohr-Ø	MD	TVD	
	[inch]	[m]	[m]	[inch]	[m]	[m]	
Standrohr	30“	50	50	30“	50	50	ZH3 (Unterkante des MKL)
1. Sektion	24”	950	950	24”	950	950	Technische Absetzteufe in den „Unteren Hydrobienschichten“
2. Sektion	17.1/2“	1.880	1.865	17.1/2“	1.950	1.870	Top Pechelbronner Schichten (Rupelton vollständig durchteuft)
3. Sektion	12.1/4“	2.620	2.570	12.1/4“	2.680	2.505	Dogger (Opalinuston)
4. Sektion	8.1/2“	3.400	3.325	8.1/2“	3.590	3.285	Top Reservoir „Oberer Buntsandstein“
5. Sektion	6.1/8“	4.085	3.650	6.1/8“	3.875	3.575	Reservoir Sektion

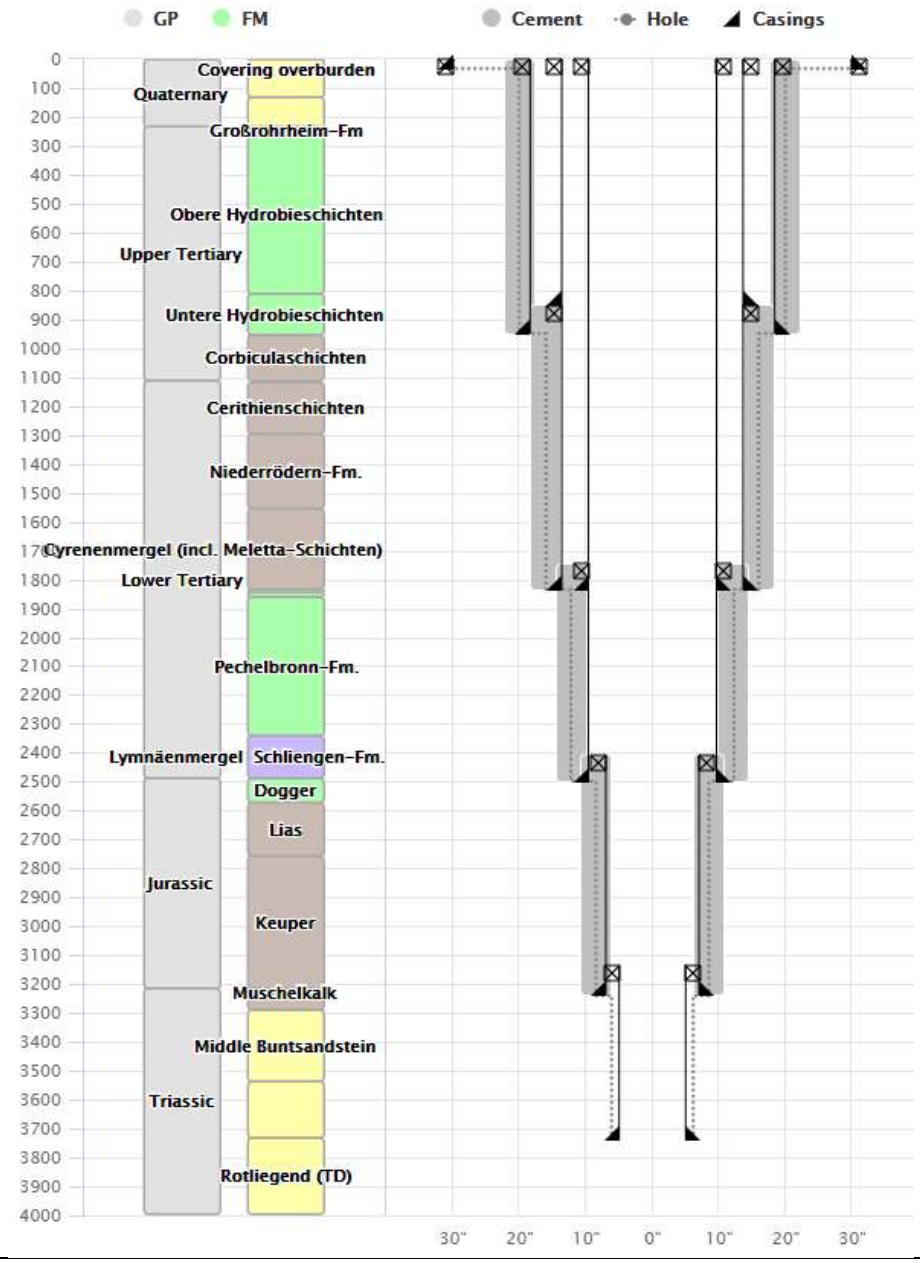


Tabelle 4: Vorläufige Absetzteufen und Verrohrungsschema

3.1.2. Verrohrungsschema

Bohr – Ø	MD [m]		Verrohrung und Verbinder
Inch	von	bis	
	0	50	**30“ Standrohr**
24"	0	950	**20" Ankerrohrtour:** 133 ppf, L-80, non-premium
17.1/2"	0	850	**13.5/8“ Tieback:** 88,2 ppf, L-80, premium
	850	1.800	**13.5/8“Liner mit Liner/Hanger-Packer:** 88,2 ppf, L-80, premium
12.1/4“	0	1.700	**9.5/8“ Tieback:** 53,5 ppf, L-80, premium (Injektionsstrang[1])
	1.700	2.518	**9.5/8“Liner mit Liner/Hanger-Packer:** 53.5 ppf, L-80, premium
8.1/2"	2.518	3.407	**7“ Liner mit Liner/Hanger-Packer:** 26 ppf, L-80, premium
6.1/8“	3.377	4085	optional: **Liner 5" mit Linerhanger-Packer:** 18 ppf, L-80, BTC,

Tabelle 5: Bohr- und Verrohrungsschema DE-Th-01

Bohr – Ø	MD [m]		Verrohrung und Verbinder
Inch	von	bis	
	0	50	**30“ Standrohr**
24"	0	950	**20" Ankerrohrtour:** 133 ppf, L-80, non-premium
17.1/2"	0	850	**13.5/8“ Tieback:** 88,2 ppf, L-80, premium
	850	2.000	**13.5/8“Liner mit Liner/Hanger-Packer:** 88,2 ppf, L-80, premium
12.1/4“	0	1.900	**9.5/8“ Tieback:** 53,5 ppf, L-80, premium (Injektionsstrang)
	1.900	2.587	**9.5/8“Liner mit Liner/Hanger-Packer**: 53.5 ppf, L-80, premium
8.1/2"	2.587	3.596	**7“ Liner mit Liner/Hanger-Packer:** 26 ppf, L-80, premium
6.1/8“	3.566	3.875	optional: **Liner 5" mit Linerhanger-Packer:** 18 ppf, L-80, BTC,

Tabelle 6: Bohr- und Verrohrungsschema DE-Th-02

3.1.3. Zentralisation

Die Anzahl der einzubauenden Zentraliser unterliegt der operativen Entscheidung nach Vorliegen der Daten der Kalibermessung und der darauf basierenden Stand-off-Berechnung. Ein Stand-off-Wert > 75% wird angestrebt.

Verrohrung	Zentraliser Typ	Frequenz
20”	Bow spring	2 pro Schuhtrack-Rohr 1 alle 3 Rohre, 1 unter Verflanschung.
13 5/8” Liner	Rigid	2 pro Schuhtrack-Rohr 1 alle 3 Rohre 1 jedes 2te Rohr bis zu Tage
9 5/8” Liner	Rigid	2 pro Schuhtrack-Rohr 1 alle 3 Rohre 1 alle 2 Rohre bis zum 13-5/8” Schuh
7” Liner	Rigid	2 pro Schuhtrack-Rohr 1 alle 3 Rohre 1 alle 2 Rohre bis zum 13-5/8” Schuh

[1] Dieser Tie-back wird im Fall einer Nutzung als Injektorbohrung als Injektionsstrang in der Bohrung belassen. Im Falle der Nutzung als Produktionsbohrung wird dieser jedoch ausgebaut, um Platz für die Förderpumpe inklusive Förderstrang zu schaffen.

Tabelle 7: Zentralisation

3.1.4. Zementationsprogramm

In Tabelle 8 ist das für beide Bohrungen geplante Zementationsprogramm dargestellt. Allgemein ist festzuhalten, dass für alle Zementationen Class G Zement und Quarzmehl als Zusatz zum Einsatz kommt, der eine hohe thermische Resistenz aufweist.

Bohr - Ø	**Verrohrung**	**Zementation**		
inch	Inch	Art	Gewicht	Design
	36	Gerammt	-	-
24“	20	Stinger Zementation	Lead: 1.55sg Tail: 1.90sg	Lead Class G + Spherlite + 40% Quarzmehl Tail Class G + 40% Silicaflour
17.1/2“	13.5/8	Stopfenzementation	Lead: 1.75sg Tail: 1.90sg	Lead Class G + Spherlite + 40% Quarzmehl Tail Class G + 40% Quarzmehl
12.1/4"	9.5/8	Stopfenzementation	Tail: 1.90sg	Single Slurry Class G + 40% Quarzmehl
8.1/2“	7	Stopfenzementation	Tail: 1.90sg	Single Slurry Class G + 40% Quarzmehl

Tabelle 8: Zementationsprogramm DE-Th-01 und DE-Th-02

3.1.5. Verflanschung

Sowohl Produktions- als auch Injektionsbohrung werden mit einem API 6A-konformen Bohrlochkopf ausgerüstet. Die Druckstufe des Bohrlochkopfs beträgt 5.000 psi. Schematische Zeichnungen sind im Anhang zu finden. Damit ist ein sicherer Abschluss der Bohrungen gewährleistet.

3.2. Spülungsprogramm

Ein umfassendes Bohrspülungsprogramm steht zur weiteren Lektüre zur Verfügung und stellt Teil dieses Bohrprogramms dar. Folgender Abschnitt gibt eine Zusammenfassung wieder. Basierend auf den Erkenntnissen und Erfahrungen aus umliegenden Bohrungen (KW und Geothermie) ist das Spülungsprogramm für Th-1 und Th-2 wie folgt geplant.

Bohr - Ø	Spülungs-system	Dichte S.G.	YP Lb/ft2	FANN 6 RPM	Temp. °C	Bohrrisiken
24”	Pure-Bore	1.050505	30 - 45	14 - 20	27	Reaktive Tone
17 ½”	Silfor-K	1.30 - 1.40	25 - 35	12 - 15	108	Bohrlochinstabilität
12 ¼”	Silfor-K	1.30 - 1.40	22 - 30	10 - 12	135	Bohrlochinstabilität
8 ½”	Glyfor HT	1.40 - 1.45	18 - 25	8 - 10	155 - 175	Verluste
6 ⅛”	Wasser + viskose Pillen	1.0	40 - 50	12 - 14	155 - 190	Verluste

Tabelle 9: Spülungsprogramm

3.3. Diskussion des Spülungsdesigns

Die Bohrspülung wird kontinuierlich im Kreislauf gepumpt und bei Bedarf konditioniert und aufbereitet. Im Falle von Spülungsverlusten (v.a. in den Sektionen 1 und 4) stehen ausreichend Bekämpfungs-materialien (*Lost Circulation Material* [LCM]) in unterschiedlichen Ausbildungen und Körnungen zur Verfügung. Die Firma Chemfor wird den Spülungsservice zur Verfügung stellen und eine Liste der zu verwendenden Chemikalien inkl. der Zuordnung zu einer Wassergefährdungsklasse (WGK) wird vor Beginn der Ausführung der Bohrungen bereitgestellt.

Die Silfor-K (Silikat-Spülung) sowie Glyfor HT (Glykol) Bohrspülungen sollen nach Möglichkeit für die zweite Bohrung wiederverwendet werden. Es ist dazu geplant, die Spülung nach Möglichkeit vor Ort auf dem Bohrplatz auf der versiegelten Fläche in geeignete Tankanlagen (z.B. Hochtanks) ggf. mit Rührwerk zwischenzulagern. Hier kann sie regelmäßig bewegt und bei Bedarf konditioniert werden. Unter Umständen erfolgt die Zwischenlagerung ganz oder in Teilchargen in einem externen Lager.

Die nach Abschluss beider Bohrungen noch vorhandenen Spülungen werden fachgerecht entsorgt bzw. einer Wiederverwertung zugeführt.

24” Sektion

Pure-Bore wird verwendet, um diesen Abschnitt zu bohren und wurde aufgrund seiner überlegenen Ergebnisse in den umliegenden Bohrungen anstelle von Bentonit ausgewählt. Die Hauptanforderung in dieser Sektion ist die Minimierung von oberflächennahen Verlusten und das Verkleben des Bohrmeißels. Das Spülungsgewicht sollte bei geringer Teufe so leicht wie möglich sein, ca. 1,03 bis 1,05 sg und wird voraussichtlich bei Endteufe 1,25 sg erreichen.

17-1/2“ Sektion

Dieser Abschnitt wird mit Silfor-K (Silikat) gebohrt. Aufgrund höherer Reibungskoeffizienten als bei herkömmlichen wasserbasierten Spülungssystemen muss die Schmierung des Systems während der Richtbohrarbeit in diesem Abschnitt unter Kontrolle gehalten werden. Die Bohrlochreinigung sollte optimiert und die Rückläufe / Siebe im gesamten Abschnitt regelmäßig überprüft werden. Magnete werden installiert, um den Verschleiß an den Rohren zu überwachen.

Das Spülungsgewicht wird zwischen 1,30 – 1,40 sg liegen.

12-1/4“ Sektion

Der Abschnitt wird erneut mit Silfor-K gebohrt. Die Aufrechterhaltung eines stabilen Bohrlochs ist unerlässlich. Daher ist eine Tonquellung / Instabilität beim Eindringen in paläogene / untere Tertiär-Formationen (Pechelbronner Schichten / Lymaenmergel) zu vermeiden.

Das Spülungsgewicht wird zwischen 1,30 – 1,40 sg liegen.

8-1/2“ Sektion

Aufgrund der in diesem Abschnitt prognostizierten höheren Temperaturen wird ein Glyfor HT-System verwendet (Glykol basiert). Nicht nur wegen seiner überlegenen Temperaturstabilität, sondern auch wegen des erhöhten Vorteils der Schieferstabilisierung und seiner Schmiereigenschaften, kommt dieses Bohrspülungssystem zum Einsatz. In diesem Abschnitt werden die Trias-Formationen erbohrt und die Verrohrung kurz über der Reservoir-Formation im Oberen Buntsandstein abgesetzt. Die Tonsteine in der Sektion werden durch Glyfor HT ausreichend inhibiert.

Das Spülungsgewicht liegt im Bereich von 1,40 bis 1,45 sg. Ultrafeiner Baryt wird zum Beschweren bevorzugt, da er in Suspension bleibt und die Rheologie besser beeinflusst.

6-1/8 Sektion

Glyfor HT wird verwendet, um den Schuhtrack zu bohren und den Leak Off Test (LOT) durchzuführen. Aufgrund der Erwartung schwerer Spülungsverluste wird dieser Abschnitt vorrausichtlich hauptsächlich mit viskosem Wasser gebohrt. Die Verluste müssen während des Bohrens in diesem Abschnitt unter Kontrolle gehalten und das minimale Ringraumniveau eingehalten werden.

Spülungsgewicht 1,0 s.g

3.4. Abfälle und Entsorgung

3.4.1. Bohrungsspezifische Abfälle - Allgemein

Im Rahmen der Bohr- und Testtätigkeiten fallen verschiedene Abfälle an, die entsorgt werden müssen. Die Entsorgung dieser bohrungsspezifischen Abfälle erfolgt über die bestehende Abfallerzeuger-nummer der DEW GmbH **H15900613 2**. Die erforderlichen Genehmigungsverfahren für die Entsorgung von bohrungsspezifischen Abfällen werden eingeleitet. Ein Entsorgungsplan inkl. Darstellung der vorgesehenen Wege (Stoffstrom) werden nach Vorliegen der zuständigen Behörde nachgereicht. Die Überwachung des Abfallaufkommens und der Verbleib werden mittels Begleitscheinverfahren bzw. Übernahmescheinverfahren dokumentiert.

3.4.2. Schmutzwasser

Zur Entsorgung von Oberflächen- und Sanitärwässern s. Kapitel **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.** und **Fehler! Verweisquelle konnte nicht gefunden werden.**, sowie Kapitel 3.4.7 im Textteil des Hauptbetriebsplans. Im Rahmen der eigentlichen Ausführung des Bohrprozesses fallen gesondert keine Schmutzwässer an.

3.4.3. Entsorgung Bohrklein

Das erbohrte Gestein wird in wasserdicht ausgeführten Containern aufgefangen und gesammelt, von dort mittels Bagger in größere wasserdicht ausgeführte Container umgeladen sowie nach erfolgter repräsentativer Beprobung und Vorliegen der Analysenergebnisse ordnungsgemäß entsorgt bzw. einer Wiederverwertung zugeführt. Gegebenenfalls wird dieser Vorgang auch in einem externen Zwischenlager durchgeführt.

3.4.4. Entsorgung Bohrspülung

Bei gutem Management muss nur eine minimale Menge von Spülung entsorgt werden. Geplant ist, das PureBore-System für den nächsten Abschnitt (Silfor-K) zu nutzen und vor Ort zu behandeln und wiederzuverwenden. Das Glyfor-System kann mit den höheren PH-Werten sicher zentrifugiert und gelagert werden.

3.4.5. Entsorgung Zementreste

Die nach der Zementation ausgescherte Mischzone und Zementbrühe wird in wasserdicht ausgeführten Containern aufgefangen, mit Zucker dessen Aushärtung verzögert und sofort in Saugwägen verladen. Die später ausgehärteten (ggf. mit Branntkalk aufbereiteten) Zementreste werden fachgerecht entsorgt (geeignete Deponie) oder einer geordneten Wiederverwertung (z.B. Zementwerk) zugeführt.

3.4.6. Bohranlagenspezifische Abfälle

Seitens des Bohrunternehmens werden die bohranlagenspezifisch anfallenden Abfälle (Haus- und Gewerbemüll, Holz, metallhaltige Abfälle, ölverschmutzte Anteile und Altöle) entsprechend ihres Entsorgungsweges oder ihres Verwertungszweckes getrennt gesammelt, entsorgt oder einer geregelten Wiederverwertung zugeführt und dabei mengenmäßig erfasst.

3.4.7. Sanitärabwässer und Fäkalien

Da der Bohrplatz zum Zeitpunkt der Bohrungen noch nicht an die öffentliche Kanalisation angebunden wird, erfolgt eine Sammlung der Abwässer aus Sanitär sowie Fäkalien in Tanks. Diese werden regelmäßig von einem Fachbetrieb mit einem Saugwagen abgepumpt und gereinigt. Die Sanitärabwässer sowie Fäkalien werden anschließend ordnungsgemäß entsorgt.

3.4.8. Anfallende Wässer während der Inproduktionssetzungsarbeiten

Grundsätzlich ist vorgesehen, gefördertes Thermalwasser in den dafür vorgesehenen Auffangbecken zwischenzulagern und später wieder in die Bohrungen zu injizieren. Dennoch müssen – abhängig von der Beschaffenheit - ggf. Teilchargen der geförderten Wässer entsorgt werden. In diesem Fall erfolgt eine Aufnahme der Wässer in Tankwägen und ein Abtransport zur genehmigten Entsorgungsstätte.

3.5. Richtbohrplanung und Bohrverfahren

Die Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02 sind als Richtbohrungen angelegt. Die Bohrpfade sind so geplant, dass etwaige Beschränkungen bei der Richtbohrarbeit und die Länge der Tangente des 6 1/8-Zoll-Reservoirabschnitts minimiert bzw. optimiert werden und gleichzeitig ggf. Ablenkungen zu ermöglichen.

3.5.1. Bohrpfad Voraussetzungen und Einschränkungen

Die folgenden Einschränkungen wurden bei der Planung der Bohrlochpfade berücksichtigt.

- Bis zu einer Teufe von mehr als 1000m verlaufen die Bohrpfade vertikal, um später die Pumpe in einem möglichst vertikalen Bohrlochabschnitt einbauen zu können (Pumpenstube). Da die Festlegung von Förder- bzw. Injektionsbohrung erst nach Kenntnis der jeweiligen thermischen und hydraulischen Bedingungen erfolgt, werden beide Bohrungen so geplant, dass sie als potenzielle Förder- oder Injektionsbohrung infrage kommen.

- Maximale Neigung im Tertiär von 30° und Mesoz von 60°, basierend auf Erfahrungen in Offset-Bohrlöchern.

- Maximales Dogleg im Tertiär 2 °/30 m und Mesoz 3 °/30 m, basierend auf Erfahrungen in Offset-Bohrungen.

- Keine Richtbohrarbeiten im unteren Tertiär, insbesondere Pechelbronner Schichten und Lymnaenmergel, basierend auf Erfahrungen in Offset-Bohrlöchern.

- Minimaler Abstand zwischen Bohrlochzielen von 1350m, um einen thermischen Kurzschluss zu vermeiden.

- Azimutale Richtbohrarbeiten sind auf ein Minimum reduziert.

3.5.2. Bohrpfade

Die konstruierten Trajektorien (siehe unten) respektieren alle oben genannten Einschränkungen und Voraussetzungen. Die Bohrpfade bauen unterhalb von ca. 1200 m Neigungswinkel auf. Durch die eher instabilen Formationen der Pechelbronner Schichten etc. werden Tangenten gehalten. Alle Richtbohrarbeiten sind vor dem Eintritt in den 6-1/8”-Abschnitt abgeschlossen, so dass der Reservoir-Abschnitt mit eher einfachen Werkzeugen tangential gebohrt werden kann. Folgende Tabellen beschreiben die Bohrpfade ausführlicher:

MD [m]	Inklination [°]	Azimut [°]	TVD [m]	DLS [°/30m]
0	0	0	0	0
1480	0	0	1480	0
1840	24	302	1829	2
3350	24	302	3209	0
3580	45	320,5	3397	3
4085	45	320,5	3755	0

Tabelle 10: Bohrpfad DE-Th-01

MD [m]	Inklination [°]	Azimut [°]	TVD [m]	DLS [°/30m]
0	0	0	0	0
1300	0	0	1300	0
1570	9	250	1568	1
3060	9	250	3040	0
3435	45	218	3370	3
3875	45	218	3681	0

Tabelle 11: Bohrpfad DE-Th-02

3.5.3. Kollisionsvermeidung (Anti-Kollision)

Kollisionsvermeidung ist eine bekannte Aufgabe bei der Konstruktion von geothermischen Dubletts. Zwei parallele Bohrlöcher in unmittelbarer Nähe bedingen aufgrund von Messwert-Fehlerfortpflanzung besonderes Augenmerk.

Die Kollisionswahrscheinlichkeit bei den Bohrungen in Dettenheim ist sehr gering, dennoch müssen die Bohrlöcher genau überwacht und vermessen werden. Steuerbare Richtbohrgarnituren und Messwerkzeuge sind deshalb vorgesehen.

3.5.4. Bohrziele

	Target #1: Top Reservoir	Target #2; TD
Koordinaten (m UTM):	459190,477 5449332,714	458963,427 5449608,148
UTM Zone:	UTM zone 32N	UTM zone 32N
TVD (SSm):	3.400	3.755
Target Azimut:	320 deg	320 deg
Target Toleranz:	25m Radius	15m Radius

Tabelle 12: Bohrziele DH-Th-01

	Target #1: Top Reservoir	Target #2; TD
Koordinaten (m UTM):	459509,395 5448665,12	459317,919 5448420,045
UTM Zone:	UTM zone 32N	UTM zone 32N
TVD (SSm):	3.407	3.711
Target Azimut:	218 deg	218 deg
Target Toleranz:	25m Radius	15m Radius

Tabelle 13: Bohrziele DH-Th-02

3.5.5. Meißel Programm

Der Einsatz der Bohrmeißel ist auf die geologisch-lithologischen Bedingungen angepasst. Die folgenden Bohrmeißel sollen nach derzeitiger Planung eingesetzt werden.

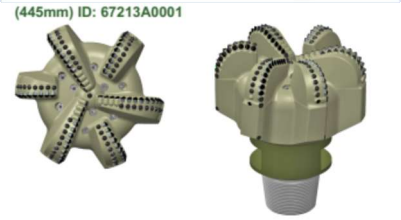
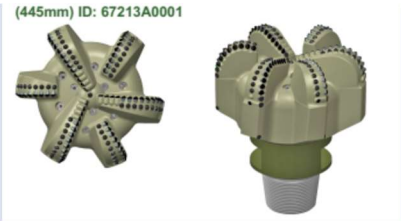
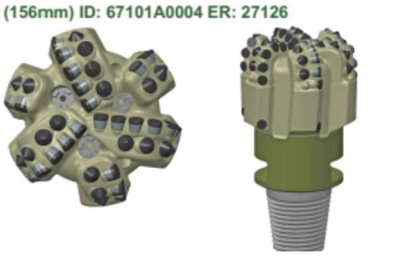
Sektion		Modell	Kommentar
24”		24” Mill Tooth XR+VEJ3	Unconsolidated Offset data showing UCS up to 5kpsi
17 ½”		Primary Bit[2] Axeblade XZ616	Unconsolidated Offset data showing UCS 5-10kpsi
12 ¼”		Primary Bit Axeblade XZ616	Larger gauge for the tangent section.
8 ½”		Sharc MDSi616	UCS of 15 to 20 kpsi in the Muschelkalk with continued heavy impact loading
6 1/8”		Stingblade Z613	Due to the compacted nature of the formation there will be a selection of Tricone, PDC and hybrid bits available for this section.

Tabelle 14: Meißel Programm

[2] Es ist geplant, eine ausreichende Anzahl an verschiedenen Meißeln (inkl. Düsensätze) pro Sektion als Backup vorzuhalten, sodass ein schneller Austausch des eingesetzten Bohrwerkzeuges möglich ist, wenn der unzureichende Bohrfortschritt auf den Meißel zurückzuführen ist.

3.5.6. Richtbohrwerkzeuge

Entscheidend für den Erfolg jedes Abschnitts ist die Sicherstellung, dass das Design der Richtbohrwerkzeuge auf die Ziele der Bohrungen ausgerichtet ist. Bohrstrangrotation ist erforderlich, um eine effektive Lochreinigung zu gewährleisten. Aufgrund der moderaten Bohrpfadgestaltung können die Bohrungen mit automatisierten als auch mit konventionellen Richtbohrsystemen ausgeführt werden. Rotary Steerable Systems (RSS) sind für die meisten Abschnitte aufgrund ihrer Vorteile für die Bohrlochreinigung, Hydraulik, Bohrlochstabilität, Richtungssteuerung und Bohrfortschritt geplant.

Folgende Richtbohrsysteme sollen zum Einsatz kommen:

Sektion		Bohrsysteme DE-Th-01 / DE-Th-02	
		Option Rotary Steerable Systems (RSS):	Option Motor:
Standrohr	30“	Rammbohrung, alternativ Trockenbohrung	
1	24”	Konventionelle Richtbohrgarnitur mit Motor und MWD	
2	17.1/2“	Rotary-Steerable-System (RSS) mit MWD und Nearbit GR	Konventionelle Richtbohrgarnitur mit Motor, MWD und Nearbit GR
3	12.1/4“	RSS mit MWD und Nearbit GR	Konventionelle Richtbohrgarnitur mit Motor, MWD und Nearbit GR
4	8.1/2“	RSS mit MWD	Konventionelle Richtbohrgarnitur mit Motor und MWD
5	6.1/8“	Konventionelle Richtbohrgarnitur mit Motor und evtl. MWD	

Tabelle 15: Richtbohrwerkzeuge

3.6. Formationsbewertung

3.6.1. Formationstests

Um weitere Kenntnisse über die lokale Gebirgsfestigkeit zu erlangen, sind Extended Leak-Off Tests (XLOT) und Formation Integrity Tests (FIT) geplant.

- In der 17.1/2” Sektion ist ein **FIT** von je 1,70 SG äquivalent geplant.
- Für die 12.1/4”, 8.1/2” und 6.1/8” Sektion sind **XLOTs** vorgesehen.

	24“ Sektion	17.1/2“ Sektion	12.1/4“ Sektion	8.1/2“ Sektion	6.1/8“ Sektion
in Teufe	-	RS-Teufe + rathole	RS-Teufe + rathole	RS-Teufe + rathole	RS-Teufe + rathole
FIT/LOT	-	1,70 $SG_{äq}$	XLOT	XLOT	XLOT

Tabelle 16: Geplante Drucktests DE-Th-01 und DE-Th-02

3.6.2. Geologische Auswertungen (Mud Logging)

Die Probennahme des Bohrkleins, die Aufbereitung der Proben und deren geologische Ansprache erfolgt vor Ort in einem geologischen Feldlabor gemäß dem Stand der Technik. Abhängig von Bohrabschnitt und Teufenlage ist ein Probeentnahmeabstand von 5-10 m geplant. Zur Bestimmung der Absetzteufe am Top Reservoir wird der Abstand bis auf 1-5m verkürzt. Innerhalb der Reservoir-Bereiche ist ein Abstand von 5 m geplant. Die Entnahme von Kernstrecken ist nicht vorgesehen.

3.6.3. Bohrlochmessungen (Wireline Logging)

Die zu geologischen und technischen Zwecken geplanten Bohrlochmessungen (well-logs) am Kabel sind in Tabelle 17 zusammengestellt. Im Allgemeinen dienen die umfangreichen Untersuchungen der Bestimmung von Gesteinseigenschaften (z.B. Lithologie, Porosität, Fluidzusammensetzung, Dichte). Dies ermöglicht einerseits ein besseres Verständnis des lokalen, aber auch des regionalen geologischen Aufbaus (z.B. durch Korrelation mit Nachbarbohrungen).

Sektion [inch]	Logging Programm	Akquise	Intervall / Kommentare
24	No Logs		Cement Bond Log wird in der 17 ½" Sektion gemessen
17-1/2	Kaliber/Gamma/Res/ Sonic/Density	Wireline	Über gesamte 17 ½" Open hole Sektion 20" Casing CBL/VDL/CCL/GR
	CBL/VDL/CCL/GR	Wireline	Über 20" Casing bis TOC, GR zu tage
12-1/4	Kaliber Gamma/Res/ Sonic/Density	Wireline	Über 12 ¼" open hole Sektion
	CBL/VDL/CCL/GR	Wireline	13-5/8" Casing bis TOC. GR zu tage
8-1/2	Kaliber/Gamma/Res/ Sonic/Density	Wireline	Über 8 ½" open hole Sektion
	CBL/VDL/CCL/GR	Wireline	9 ⅝" Liner bis TOC
6-1/8	Multi-arm Kaliber, Gamma/Res/Sonic/Density / Temperatur / Produktions Logging. Image Log	Wireline	Über 6 1/8" open hole Sektion
	CBL/VDL/CCL/GR	Wireline	7" liner bis TOC

Tabelle 17: Bohrlochmessungen

3.6.4. Survey Programm

Verlauf und Neigung des Bohrlochs werden während der Bohrarbeiten über das MWD aufgezeichnet. Tabelle 18 fasst das Survey Programm per Sektion zusammen.

Hole Section [inch]	Interval [m]	Survey
24	0-955	MWD-GR
17-1/2	955-1875	MWD-GR
12-1/4	1875-2618	MWD-GR
8-1/2	2618-3400	MWD-GR
6-1/8	3400-4014	Wireline / MWD on Cleanout run only

Tabelle 18: Survey Programm

3.7. Förder- und Injektionstests

Für beide Bohrungen sind nach Erreichen der jeweiligen Endteufe Inproduktionssetzungsarbeiten (IPS-Arbeiten) geplant. Zur Bewertung der hydraulischen Leistungsfähigkeit der Bohrung finden hierbei zunächst hydraulische Tests statt. Diese hydraulischen Tests umfassen jeweils einen Fördertest mit dem Airlift-Verfahren (Lufthebeverfahren) und einen anschließenden Injektionsversuch an den Bohrungen DE-Th-01 und DE-Th-02.

Die Entscheidung über die Durchführung der einzelnen Schritte im Verlauf der vorgesehenen Maßnahmen zur Fündigkeitsverbesserung erfolgt operativ, angepasst an die hydraulische Bewertung des Reservoirs und den Erfolg der jeweils vorhergehenden Maßnahme. Die Durchführung einer hydraulischen Stimulation (Fracking) ist nicht geplant. Für beide Bohrungen sind identische Abläufe vorgesehen.

Ein längerfristiger Test (oft als Langzeit-Zirkulationstest bezeichnet) über beide Bohrlöcher der Dublette (DE-Th-01 & DE-Th-02) wird durchgeführt, sobald beide Bohrlöcher gebohrt wurden und das Bohrgerät den Standort verlassen hat.

Hinweis: Dieser Langzeit-Zirkulationstest ist nicht Bestandteil dieses Bohrprogramms und wird gesondert beantragt.

3.7.1. Ziele der Fördertests

Nach Abschluss der Bohrarbeiten werden ein Lufthebe-Produktionstest (Airlift) und ein Injektionstest durchgeführt, um die Kapazität der Bohrungen sowie die Reservoireigenschaften zu bestimmen. Gesammelte Proben erleichtern die Bestimmung der endgültigen Anforderungen für das Design der Produktionspumpe und/oder des Kraftwerks.

Zusätzlich zu der vorläufigen Kapazitätsbestimmung der Bohrungen sind folgende Daten relevant:

- Chemismus der Lagerstättenwässer: Die Analyse der chemischen Zusammensetzung der Proben, die an der Oberfläche entnommen wurden, und von Proben, die am Kabel aus der Lagerstätte entnommen wurden, nachdem eine anfängliche Erwärmung während des Produktionstests stattgefunden hat, wird angestrebt.

- Druck, Temperatur und Fließgeschwindigkeit durch kabelgebundene Werkzeuge – Während der Produktions- und Injektionstests werden kabelgebundene Messsonden- und Diagnosewerkzeuge programmgemäß in das Bohrloch eingefahren, um Lagerstättentemperaturen und -drücke zu erfassen und um Permeabilitätszonen und -Mächtigkeiten zu bestimmen.

- Druckaufbau- und Druckabfalltests – Druck- und Temperaturdaten beim anfänglichen Bohrlochfluss und Druckaufbau für Produktions- und Injektionstests werden gesammelt, um die Lagerstätteneigenschaften zu bestimmen, wie: Permeabilitätsdicke, Skin (nahe Bohrlochpermeabilität Schäden durch Bohrarbeiten), Lagerstättengrenzen und Lagerstättenkapazität.

3.7.2. Reinigungslifts im Lufthebeverfahren

Der erste Reinigungslift dient primär der Reinigung der Bohrung (u.a. von Spülungs- und Cuttingsresten) und sekundär der Gewinnung erster Erkenntnisse über potenzielle Fördermengen sowie hydraulischer und thermischer Eigenschaften der Bohrung.

Nach Erreichen der vorläufigen Endteufe einer Bohrung wird die Bohrung im Lufthebeverfahren (Airlift, ggf. Stickstofflift) bei installiertem Preventer-Stack gereinigt bzw. klargepumpt. Dazu ist der Einbau eines Lufteinblasestranges (5“ DP) in einer Tiefe, abhängig vom angetroffenem Ruhewasserspiegel und der maximalen Druckstufe des Boosters, erforderlich. Es soll – abhängig von den hydraulischen Eigenschaften der Reservoirzonen - Thermalwasser gefördert werden.

Der Test wird beendet falls eines der folgenden Kriterien zutrifft:

1. Alle oben genannten Testziele wurden erfüllt,
2. Das 10.000 m³ Auffangbecken ist voll,
3. Der Test ist fehlgeschlagen (d. h. nicht in der Lage, ausreichend zu förden).

Nach einer Reinigungsperiode und dem Aufheizen des Bohrlochs auf Produktionstemperatur wird die kabelgebundene Probenahmeausrüstung in das Bohrloch gefahren, um Lagerstättenproben für die Analyse gemäß den Bohrlochtestzielen zu sammeln. Nachdem die Proben als geeignet bestätigt werden, wird das Bohrloch so konfiguriert, dass ein Soleinjektionstest mit mehreren Raten durchgeführt werden kann. Bei diesem Test wird die produzierte Lagerstättenflüssigkeit von 10.000 m³, die während des Produktionstests gesammelt wurde, injiziert. Der Injektionstest wird bei unterschiedlichen Pumpraten, Temperaturen und Drücken durchgeführt. PLT am Kabel wird verwendet, um Bohrlochparameter in der Bohrlochumgebung zu überwachen.

3.7.3. Leistungsinjektionsversuch

Anhand quasistationärer Verhältnisse während eines hydraulischen Leistungsinjektionsversuchs soll erfasst werden, ob die Fündigkeitskriterien der Bohrungen erfüllt werden. Der Leistungsinjektionsversuch dient als Entscheidungsgrundlage zum Abbau bzw. Umstellen der Bohranlage. Das maximale Injektionsvolumen pro Bohrung beträgt 10.000 m³.

Beim Leistungsinjektionsversuch wird über die Rigpumpen bei installiertem Preventer-Stack durch die Seitenauslässe am BOP-Stack (*Blow Out Preventer*) bzw. Bohrlochkopf (*Wellhead*) oder Diverter-Spool in die Bohrung injiziert.

Zur Vermeidung von Ausfällungen kann eine Säurezugabe oder ggf. eine Frischwasserzugabe in den obertägigen Kreislauf erforderlich sein. Die gegebenenfalls einzubringenden Materialien können nach abschließenden Planungen angegeben werden. Die entsprechenden Informationen (ggf. mit Sicherheitsdatenblättern) werden dann dem Bergamt mitgeteilt.

3.7.4. Sensorik und Analytik

Hinsichtlich zu erwartender Gasgehalte im Thermalwasserreservoir konnte im Rahmen der Vorplanungen auf Daten aus anderen Geothermieprojekten im Bereich des mittleren Oberrheingrabens zurückgegriffen werden (u.a. Bruchsal, Insheim etc.) Abschließende Informationen zum Gasgehalt des Thermalwassers am Vorhabenstandort Dettenheim werden erst nach Analyse der Tiefenprobe nach dem Reinigungslift (DE-Th-01) bzw. Leistungs-Pump- und Injektionsversuch (DE-Th-02) erwartet.

Zur Überwachung von Gasen, welche aus dem Thermalwasser austreten, werden während der IPS-Arbeiten an mehreren Stellen auf dem Bohrplatz mobile Gaswarngeräte aufgestellt, die bei Überschreitung der jeweiligen Gaskonzentration einen Alarm abgeben.

3.7.5. Hydraulische Auswirkungen

Durch die Förderung von Thermalwasser bei den Testarbeiten bzw. durch die Injektion wird lokal eine Druckabsenkung bzw. ein Druckanstieg um die Bohrung entstehen. Die Druckänderungen wirken nur kleinräumig und haben somit keine Auswirkungen auf die hydrogeologischen Verhältnisse im Umfeld.

3.8. Säuerungen

Pro Bohrung sind mindestens eine, ggf. mehrere Säuerungen geplant. Die genauen Angaben zur Säureart (z.B. Methansulfon- und Flusssäure) und Konzentrationen, sowie dem ggf. einzusetzenden Inhibitor stehen erst mit der Ausführungsplanung fest. Gleiches gilt für die Anteile der unterschiedlichen Säuren an der Gesamtsäuremenge. Die Informationen mit Sicherheitsdatenblättern werden dem Landesbergamt nach Festlegung auf konkrete Produkte nachgereicht. Die Säuerung erfolgt über den Strang, daher wird eine Leitung auf die Arbeitsbühne der Bohranlage zur Bohrung geführt. Während der Säuerung ist der BOP geschlossen. Der Druck im Ringraum wird während der Säuerung überwacht. Sollte aufgrund von einer schlechten hydraulischen Anbindung der Druck im Ringraum stark ansteigen, so wird die Injektionsrate operativ reduziert.

3.9. Besondere Sicherheitsaspekte im Zuge der IPS-Arbeiten

Das Verhalten bei gefährlichen Ereignissen und Unfällen während der Pump- und Injektionsversuche regelt der auf der Bohranlage ausgehängte und auf die zum Einsatz kommende Bohranlage angepasste Alarmierungsplan. Zusätzlich liegt ein Brandschutz-, Flucht- und Rettungsplan sowie eine Gefährdungsanalyse für die Pumpversuche vor Ort aus, die der Bohrkontraktor erstellt. Die IPS Arbeiten werden seismologisch begleitet.

Besonderes Augenmerk wird bei den als Airlift umgesetzten Inproduktionssetzungsarbeiten gelegt, für die folgende Gefährdungen erkannt werden:

- Kontakt mit heißen Fluiden (Thermalwasser als Spritzwasser), Dämpfen (Airlift) und Anlagenteilen (Dampfseparator, Leitungen etc.)
- Kontakt mit ätzenden Fluiden (Säuregemisch)
- Kontakt mit Gasen (CO_2, CH_4)

3.10. Bohrlochkontrolle, Bohranlage und Bohranlagenbetrieb

3.10.1. Kick Toleranz

Sektion [inch]	Intervall [m]	Design FG letzter Schuh	Errechnete Kick Toleranz	Minimal benötigte Kick Toleranz[3]
24	0-955	N/A	N/A	Diverter
17-1/2	955-1875	N/A	N/A	75 bbl
12-1/4	1875-2618	1.7 sg	169 bbl	40 bbl
8-1/2	2618-3400	1.6 sg	59 bbl	25 bbl
6-1/8	3400-4014	1.22 sg	36 bbl	15 bbl

Table 1: Kick Toleranz

3.10.2. Bohrlochkontrolle & BOP Strategie

Sektion [inch]	Intervall [m]	Bohrlochkontrolle
24	0-955	Riser & Bell Nipple (No well control device will be used for this section)
17- ½	955-1875	20.3/4" BOP, 3000 psi double Type U Ram 20.3/4" 3M Annular preventer.
12-1/4	1875-2618	13⅝" BOP stack consisting of, 13⅝" 5000 psi Hydril GK annular. 13⅝" 10000 psi double Type U ram + Single Type U ram preventers.
8-1/2	2618-3400	13⅝" BOP stack consisting of, 13⅝" 5000 psi Hydril GK annular. 13⅝" 10000 psi double Type U ram + Single Type U ram preventers.
6-1/8	3400-4014	13⅝" BOP stack consisting of, 13⅝" 5000 psi Hydril GK annular. 13⅝" 10000 psi double Type U ram + Single Type U ram preventers.

Table 2: Well Control Strategy

BOP-Tests werden in Abständen von höchstens 14 Tagen durchgeführt. Unter außergewöhnlichen Umständen kann die Genehmigung vom Betreiber über 14 Tage hinaus verlängert werden, aber unter keinen Umständen wird dies 21 Tage überschreiten.

[3] Minimal Kick Toleranz nach Vanguard Dokument VBMS 06.2

3.10.3. BOP Test Strategie

Test Druck [psi]	Rohrbacken	Annular Preventer	K&C Ventile
Diverter Funktionstest	N/A	N/A	N/A
20 ¾" BOP Stumpftest	3000	3000	
20 ¾" BOP 14 Tage Test	3000	3000	
13 5/8" BOP Stumpftest	5 000	3 500	5 000
13 5/8" BOP 14 Tage Test	5 000	3 500	5 000

Table 3: BOP Test Drücke

3.10.4. Arbeitszeiten

Die geothermischen Tiefbohrungen werden an 7 Tagen pro Woche im 24-h-Betrieb niedergebracht. Aus bohrtechnischen Gründen werden die Arbeiten auch an Feiertagen fortgeführt. Hierzu sind auf der Bohranlage insgesamt ca. 20 Mitarbeiter des ausführenden Bohrunternehmens beschäftigt. Ihr Einsatz erfolgt nach einem im Vorfeld ausgearbeiteten Personalschichtenplan.

3.10.5. Spezifikationen Bohranlage

NAME	LOC 06
TYPE	Land, rotary drilling rig
CONTRACTOR	Huisman
DRAWWORKS RATED INPUT POWER	Huisman Drawworks – 1460 HP, 2 x AC motors 730 H.P
NUMBER OF LOADS (Rig only)	~ 30 (40ft Containers)
EQUIVALENT MAST HEIGHT	38.1 m
POWER GENERATION	Mains operated with one diesel electric generators.
MUD PUMPS	4 x 800 HP Houngha 1 x 1000 HP Houngha
MUD CAPACITY	133 m³ (Can be expanded)
STANDPIPE MANIFOLD	5000 psi (5” ID)
HIGH PRESSURE KILL LINE	5000 psi (2” ID)
BOP	Annular 20 3/4” x 3000 psi 20 ¾” BOP x 3000 psi Blind / Shear and 5” Pipe rams Annular 13⅝” x 10000 psi Rams (single and double) 13⅝” x 10000 psi Blind /Shear and 5” Pipe rams
TOP DRIVE	**Huisman HED 500** (1 Motor) 70k ft/llbs of torque and 44k ft/llbs at 90 rpm. IBOP : 6-5/8”
DRILL STRING	6-5/8” S-135 88.5 ppf 21 jts 200m 6-5/8” R 5” S-135 19.5 lb/ft – 269 jts 3600 m VAM EIS 5” HWDP S-135 48.5 ppf 30 jts 285m VAM EIS 3½” S-135 13.3 lb/ft – 127 jts 1700 m VAM EIS 3 ½” HWDP S-135 26.5 ppf – 25 jts 237m 9 ½” collars x 4 - 38 m 7 5/8” R 8” Collars x 15 – 142m 6 5/8” R 4 ¾” Collars x12 – 114m NC-38
DISTANCE OF – CELLAR LEVEL	8m

3.10.6. Bohrlochsicherheitsausrüstung

Für das Abteufen der Bohrungen gelten die allgemein üblichen Regeln der Bohrlochsicherheit, aufgeführt in den Richtlinien der WEG, IWCF und API.

Da nicht mit dem Vorhandensein von oberflächennahem Erdgas zu rechnen ist (bestätigt durch die Bohrung Hofwiese 1), müssen keine Einrichtungen vorgesehen werden, mit denen das Bohrloch geschlossen und gleichzeitig gefahrlos entlastet werden kann, bevor die 20" Ankerrohrtour eingebaut ist.

Nach der Zementation der 20“- Ankerrohrtour ist ein 3.000 psi-Preventer für das Abteufen der 2. Bohrsektion vorgesehen. Nach Zementation des 13.5/8“-Liner und Einbau des 13.5/8“-Tiebacks soll mindestens ein 5.000 psi Preventer für die Niederbringung der 3. bis 5. Bohrsektionen bis zu den jeweils geplanten Endteufen installiert werden.

3.10.7. Anlagenteile (Hilfs- und Nebenanlagen)

Im inneren Bereich des Bohrplatzes (Maschinenstellfläche) befinden sich folgende Anlagenteile:

- Bohranlage (Bohrturm)
- Schließanlage
- Generatoren, Transformatoren
- Dieseltank für Notversorgung
- Notstromaggregat
- Spülpumpen
- Tankanlage für Spülung
- Mischanlage für Spülung
- Spülungsaufbereitung (Shaker, Desander, Desilter, Zentrifugen, Flockanlage)
- Lagerfläche für Spülungsmaterialien
- Öllager / Lager für Schmierstoffe
- Gestängelager
- Zementsilos

Im äußeren Bereich des Bohrplatzes befinden sich folgende Anlagenteile:

- Werkstatt / Magazin
- Service-Container Mudlogging, Spülung und Directional Drilling
- Toolpusher-Container; Mannschafts-, Sanitär-, Büro-, Konferenzcontainer
- Weitere Lagerflächen (auch für Testequipment: u.a. Pumpentechnik)
- Speicherbecken, Absetzbecken, Rückhaltebecken

3.10.8. Arbeitsstätten, Sozial- und Sanitäreinrichtungen

Auf dem Bohrplatz werden Arbeitscontainer (u.a. Auftraggeberkaue, Rig-Manager- und Besprechungscontainer) und Container für den Toolpusher, sowie sanitäre Einrichtungen (Waschgelegenheiten, Waschräume, Toiletten und Umkleideräume) angeordnet. Der Toolpusher übernachtet auch auf dem Bohrplatz, um bei Bedarf jederzeit verfügbar zu sein. Dieser Schlafcontainer wird außerhalb des Umsturzradius der Bohranlage angeordnet. Der in Anlage 02 abgebildete Bohrplatzplan skizziert ein exemplarisches Aufstellungskonzept. Eine ausführungsreife Überarbeitung des Aufstellungsplans erfolgt zeitnah nach vertraglicher Bindung an den ausführenden Bohrkontraktor und wird dann an die tatsächlich zum Einsatz kommende Bohranlage angepasst.

3.10.9. Verkehrsaufkommen

Für die Einrichtung der Bohrstelle (Aufbau Bohranlage und Container) werden für die vorgesehene Bohranlagengröße, in Abhängigkeit des dann tatsächlich zum Einsatz kommenden Bohranlagentyps, ca. 80 - 110 LKW, davon wenige Schwertransporte und Sondertransporte sowie Autokräne benötigt.

Während der Bohrarbeiten reduziert sich das LKW-Aufkommen üblicherweise auf max. ca. 4-8 LKW pro Tag für Materiallieferungen und Entsorgungsfahrten u.ä.. Lediglich in den ersten beiden Bohrsektion ist unter der Voraussetzung eines hohen Bohrfortschritts von ca. 6 - 8 Entsorgungsfahrten pro Tag auszugehen. Für besondere Tätigkeiten werden zusätzlich Autokräne eingesetzt.

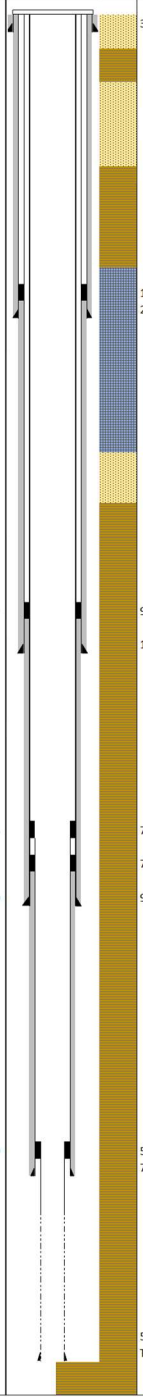
Das tägliche PKW-Verkehrsaufkommen beschränkt sich in der Regel während der gesamten Bohrzeit auf die Hin- und Rückfahrten des Personals der Bohranlage, Auftraggeber-Vertretung, Spülungsservice, und Mudloggingservice. Hier ist von 15 PKW pro Tag auszugehen.

4. Anhänge

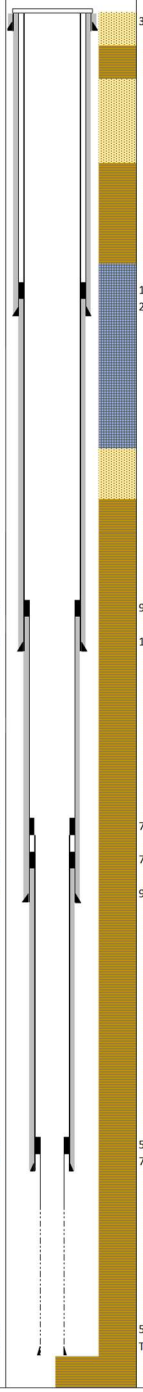
Bohrlochbild DE-Th-01

Deutsche ERDWÄRME	Well Number:	TH-1	Field:		CASING / LINER DATA (Depths BRT)								
	Well Type:	Slant	Rig:	Huisman Loc06	Hole Size	Csg Size	Weight	Grade	Conn	Top MD	Bot MD	TVD	Drift
	First Completed:		RTE-MSL:	108.5m		30		B		0	35	35	
	Last Workover:		Water Depth:	N/A	24	20	133ppf	L80	ER	0	950	950	
	Annulus fluid:		RTE:	8m	17-1/2	13-5/8	88.2ppf	L80	TSH Blue	0	850	850	SD 12-1/4"
					17-1/2	13-5/8	88.2ppf	L80	TSH Blue	850	1886	1865	SD 12-1/4"
					12-1/4	9-5/8	53.5ppf	L80	TSH Blue	0	1786	1785	SD 8-1/2"
					12-1/4	9-5/8	53.5ppf	L80	TSH Blue	1786	2618	2570	SD 8-1/2"
					8-1/2	7	26ppf	L80	TSH Blue	2418	2518	2473	contingent
					8-1/2	7	26ppf	L80	TSH Blue	2518	3407	3325	
	Min ID:				6-1/8	5	18ppf	L80	BTC	3377	4010	3735	contingent
	Max Deviation:	17,8											
	Max Dogleg:	3			TUBING DATA (Depths BRT)								
	A-annulus MASP												
	B-annulus MASP		Gas Gradient:										
	C-annulus MASP		Virgin Pressure										

MD m BRT	TVD m BRT	Well Schematic	Description	Inc	Comments
Surface					
35	35		36" Conductor	0	Rammed or Pile driven
				0	
					Fibreoptic cable installation
850			13-5/8" TOL		
950			20" casing shoe	0	Installation of 13-5/8" Tieb-Back
1.786	1.769		9-5/8" TOL		Installation of 9-5/8" Tieb-Back
1.886	1.865		13-5/8" casing shoe	17,8	
2.473	2.418		7" scab TOL (contingent)		
2.518	2.473		7" TOL		
2.618	2.570		9-5/8" casing shoe	17,8	
3.377	3.300		5" TOL (contingent)		
3.407	3.301		7" casing shoe	1,7	
4.010	3.915		5" liner shoe		
4.014	3.915		TD	1,7	



Bohrlochbild DE-Th-02

Deutsche ERDWÄRME	Well Number:	TH-1	Field:		CASING / LINER DATA (Depths BRT)							
	Well Type:	Slant	Rig:	Huisman Loc06	Hole Size	Csg Size	Weight	Grade	Conn	Top MD	Bot MD	TVD	Drift
	First Completed:		RTE-MSL:	108.5m		30		B		0	35	35	
	Last Workover:		Water Depth:	N/A	24	20	133ppf	L80	ER	0	950	950	
	Annulus fluid:		RTE:	8m	17-1/2	13-5/8	88.2ppf	L80	TSH Blue	0	850	850	SD 12-1/4"
					17-1/2	13-5/8	88.2ppf	L80	TSH Blue	850	1886	1865	SD 12-1/4"
					12-1/4	9-5/8	53.5ppf	L80	TSH Blue	0	1786	1785	SD 8-1/2"
					12-1/4	9-5/8	53.5ppf	L80	TSH Blue	1786	2618	2570	SD 8-1/2"
					8-1/2	7	26ppf	L80	TSH Blue	2418	2518	2473	contingent
					8-1/2	7	26ppf	L80	TSH Blue	2518	3407	3325	
	Min ID:				6-1/8	5	18ppf	L80	BTC	3377	4010	3735	contingent
	Max Deviation:	17,8											
	Max Dogleg:	3			TUBING DATA (Depths BRT)								
	A-annulus MASP												
	B-annulus MASP		Gas Gradient:										
	C-annulus MASP		Virgin Pressure										

MD m BRT	TVD m BRT	Well Schematic	Description	Inc	Comments
Surface					
35	35		36" Conductor	0	Rammed or Pile driven
					Fibreoptic cable installation
850			13-5/8" TOL		
950			20" casing shoe	0	Installation of 13-5/8" Tieb-Back
1.786	1.769		9-5/8" TOL		Installation of 9-5/8" Tieb-Back
1.886	1.865		13-5/8" casing shoe	17,8	
2.473	2.418		7" scab TOL (contingent)		
2.518	2.473		7" TOL		
2.618	2.570		9-5/8" casing shoe	17,8	
3.377	3.300		5" TOL (contingent)		
3.407	3.301		7" casing shoe	1,7	
4.010	3.915		5" liner shoe		
4.014	3.915		TD	1,7