

BVEG-Leistungsspektrum für Geothermieprojekte V1



Bundesverband Erdgas,
Erdöl und Geoenergie e.V.

Das Leistungsspektrum ist für eine hydrothermale Dublette in Deutschland erstellt.

Es basiert strukturell auf "GeoBerichte 42 - Ihr Lotse für Tiefengeothermie-Projekte in Niedersachsen" des LBEG, 4. Ausgabe

<https://www.lbeg.niedersachsen.de/aktuelles/neuigkeiten/lotse-fuer-tiefengeothermie-projekte-151230.html>

Andere Anwendungen wie z.B. geschlossene Systeme oder KW-Bohrungsnachnutzung werden hier nicht betrachtet und sind gesondert zu behandeln, bzw. ist die Vorgehensweise entsprechend anzupassen.

Adressat für dieses Leistungsspektrum:

Mögliche Geothermie-Projektierer, insbesondere aus fachfremden Branchen, aber auch Investoren, Behörden, Dienstleister, Forschungsinstitute

Ziele dieses Leistungsspektrums:

Projektschritte erläutern, wobei die Bedeutung von wichtigen Aspekten, die von Fachfremden unterschätzt werden könnten, hervorgehoben wird

Benennung von qualifizierten Ressourcen für die jeweiligen Projektschritte

Beispielressourcen sind u.a. hier zu finden:

<https://www.bveg.de/der-verband/mitglieder/?ug=33>

V1.02 29.04.2022 © BVEG

updates und weitere Formate, wie z.B. ein Gantt-Chart, sind zu finden unter

<https://www.bveg.de/die-branche/tiefe-geothermie-in-deutschland/das-leistungsspektrum-geothermie/>

Auf Anfrage ist ggfs. auch die Excel-Version verfügbar.

Kontakt: Ingo Forstner 0511 / 12172-37

Hauptbeitragende:

Stefan Steininger, Jörg Uhde, Daniel Holzer, Frank Nickel, Axel Richter, Horst Christofzik, Marcel Boonen, Sven Haberer, Ingo Forstner

Übersicht der Projektschritte

	Phase I: Vorbereitung	Phase II: Aufsuchung	Phase III: Gewinnung	Phase IV: Nachbergbau
A	Allgemeines Interesse	Gründung und Aufbau einer Trägergesellschaft	Bewilligungsantrag	Rückbauplanung
B	Projektidee	Beauftragung einer Machbarkeitsstudie	Betriebsplan/-pläne für die Errichtung und Führung des Betriebs	Rückbau obertage
C	Vorstudien	Finanzierung des Projekts und Versicherungen	Bau der obertägigen Anlage	Rückbau untertage
D	Beginn einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit	Mitgliedschaft Bergschadenausfallkasse	Inbetriebnahme	Entlassung aus der Bergaufsicht
E		Erlaubnisantrag	Betrieb	
F		Betriebsplan/-pläne für geophysikalische Vorerkundung		
G		Geophysikalische und andere Vorerkundung		
H		Probability-of-Success (POS)-Studie		
I		Klärung der Nutzbarkeit des Grundstücks		
J		Betriebsplan/-pläne für die erste Bohrung		
K		Bohrplatzbau und Durchführung der ersten Bohrung		
L		Betriebsplan/-pläne für die zweite/weitere Bohrungen		
M		Bohrplatzbau und Durchführung der zweiten/weiterer Bohrungen		
N		Zirkulationstests		
O		Reservoirsimulation		
P		Begleitende Öffentlichkeitsarbeit		

BVEG Leistungsspektrum Geothermie: Phase I - Vorbereitung

	Projekt-Schritt	Teilschritte	Ziel	Kernaspekte	Ressourcen-Kategorie	Beispielressourcen	Kommentare
I.A	Allgemeines Interesse		Geothermieprojekte verstehen				
I.A.1		Geologische Grundlagen		Aufbau Untergrund, Temperatur, Reservoir, Porosität, Permeabilität, Wasserchemismus, ...	Bergbehörden & Forschungseinrichtungen	NIBIS Kartenserver des LBEG, www.Geotis.de	
I.A.2		Techniküberblick		Bohranlage, Untertagetechnik, Pumpen, Wärmetauscher, Anlagenkomponenten, Leitungen, Fernwärmenetz, Standortauswahl	Technikunternehmen, Privatpersonen	youtube channels (Neptune Energy, KCA Deutag, ...)	
I.A.3		Grundlegende wirtschaftliche Rahmenbedingungen		Kosten/Zeitkurven von Projekten, Volllaststunden sowie Verfügbarkeit, Umwandlungsverluste, Versicherungen, ...	Staatliche Energieagenturen und -Behörden	GeoBerichte 42 "Ihr Lotse für Tiefengeothermieprojekte in Nds." des LBEG	
I.A.4		Typische Projektphasen und -zeiträume		Planung bis Verfüllung		Gantt-chart des Leistungsspektrums; bveg.de (auch analog Projektphasen für E&P)	
I.A.5		grundlegende Struktur der entsprechenden Regelwerke		Bergrecht: Aufsuchungserlaubnis, Betriebserlaubnis, Bergfreiheit, Zeiträume von Genehmigungsprozessen	Staatliche geologische Dienste	GeoBerichte 42 "Ihr Lotse für Tiefengeothermieprojekte in Nds." des LBEG	Das Bergrecht gilt bereits für Bohrungen ab 100m
I.B	Projektidee		Grobskizze des möglichen Projekts				
I.B.1		Identifizieren der Energieabnehmer		Abnehmer für Wärme, Elektrizität und/oder ggfs. Rohstoffen	Forschungsinstitute, Verbände	DBI, Verband kommunaler Unternehmen VKU	GIS-basierter Wärmeatlas unter www.dbi-gut.de/waermepotentialanalyse.html
I.B.2		Wesentliche Risikostruktur		Fündigkeitsrisiken, Bohrrisiken, Abnehmerisiken, Scaling, induzierte Seismizität, Akzeptanzrisiken	Staatliche geologische Dienste, Dienstleister	GeoBerichte 42 des LBEG, LIAG, ESK GmbH, Schlumberger-Geothermex, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), Beratung zu Bohrrisiken durch KCA Deutag	hohe Risiken gerade zu Projektanfang sind zu mitigieren
I.B.3		Grobe Abschätzung der Projektcharakteristika Abnahme & Energiebedarf		Wann welcher Ausbaugrad, erforderliche Temperaturen und Durchflussraten, Abnahmekurven über der Zeit	Staatliche Energieagenturen und -Geologische Dienste, potentielle Abnehmer	NRW.Energy4climate, LBEG, DBI, Schlumberger-Geothermex, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services)	unterschiedliche Abnehmer haben unterschiedliche Charakteristika, ggfs. auch Speicherung
I.B.4		Grobe Abschätzung der Projektcharakteristika Erzeugung & erzeugte Energie		Typ der Bohrung(en), Tiefe, Dauer, offen vs geschlossen, hydro-vs-petrothermal, zusätzliche Wärmequellen	Staatliche Energieagenturen und -Geologische Dienste, Ingenieurdienstleister, Hochschulen	NRW.Energy4climate, LBEG, Schlumberger-Geothermex, GEO-data, DEEP.KBB, KIT, TU Clausthal, TUBA Freiberg, TU München Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI	
I.C	Vorstudien		Charakterisierung des möglichen Projekts sowie Abschätzung der wesentlichen Auslegung				etwa 5-stellige Kosten
I.C.1		Recherchen zu lokal verbreiteten geeigneten Reservoiren		geeignete Horizonte und ihre hydraulischen, chemischen und thermischen Eigenschaften	Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), UGS	Fundierte regionale Expertise für die Zielhorizonte wichtig; Geowissenschaftler und auch Ingenieure

I.C.2		Abschätzung/Charakterisierung der notwendigen Technik		Anzahl Bohrungen/Zielteufen, Obertageanlagecharakteristika	Ingenieur-dienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, PSE (Obertageeinrichtungen), DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), UGS, DBI	Vielfältige Erfahrung mit echten Tiefbohrungen für Großprojekte wichtig
I.C.3		Recherchen zu Abnehmerstruktur		ggfs. auch Entwicklung komplementärer Abnehmer	Ingenieur-dienstleister	PSE, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), UGS, DBI	regionale Expertise wichtig
I.C.4		Analyse Förderung		regional/überregional, Herstellung/abnehmerseitig	Ingenieur-dienstleister	ESK, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), UGS	regionale Expertise wichtig
I.C.5		Analyse Genehmigungsmanagement		bergrechtliche, wasserrechtliche, Umweltschutz-Beratung	Ingenieur-dienstleister	ESK, PSE, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), UGS	regionale Expertise wichtig
I.C.6		Analyse Make/Buy		Identifikation des Auftragsformats (turnkey, dayrate, lumpsum, ...); ggfs. Nachnutzung existierender Bohrungen, Öffentlichkeitsarbeitsbetreuung, ...	Ingenieur-dienstleister	GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), UGS	
I.C.7		Analyse möglicher Ko-Produktion		ggfs. Kohlenwasserstoffe, Lithium oder andere Begleitstoffe	Ingenieur-dienstleister	Schlumberger-Geothermex, PSE, GEO-data GmbH; Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), UGS	
I.C.8		grobe Infrastruktur- & logistische Vorstudien		Erreichbarkeit & Anbindung des potentiellen Bohrplatzes, Nähe zu vorhandenem Energienetz, Nähe zu Abnehmern	Ingenieur-dienstleister, Logistikfirmen	PSE, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), UGS	vorbehaltlich u.a. der Eignung der lokalen Geologie
I.C.9		Analyse mögliche(r) Emissionen/Immissionen am Standort --> Umweltbeeinträchtigungen		Lärmemissionen und mögliche Immissionspunkte (Anwohner, andere Einrichtungen, Tierhabitate, etc.), Lichtemissionen (bspw. Insektenschutz), Schutzgebiete (Brutgebiete, Futtergebiete, Natura2000 Gebiete, etc.), umweltbedingte Sperrzeiten	Umweltbüros, Ingenieur-dienstleister	PSE, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Emissions Management), UGS	keine vollständige UVP-V zu diesem Zeitpunkt
I.C.10		Analyse möglicher Einschränkungen am Standort		Abstand zum Wald, Klärung Altlasten und Denkmalschutz, Kampfmittelverdachtsflächen	Umweltbüros, Ingenieur-dienstleister	PSE, GEO-data GmbH, UGS	
I.C.11		grobe Wirtschaftlichkeitsberechnung / Business Plan		Kosten, Fündigkeit, Abnehmerdaten, Förderprogramme	Ingenieur-dienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI	auch als Verkaufsprospekt für Investoren
I.D	Beginn einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit		Akzeptanz durch sehr frühzeitige transparente Kommunikation sicherstellen				
I.D.1		Erarbeitung eines Kommunikationskonzepts			Ingenieur-dienstleister, effektive PR-Abteilung	Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI	Einbindung der Öffentlichkeit und Lokalpolitik sehr früh und transparent ist zwingend notwendig für die Akzeptanz. Genug Ressourcen für Ö-Arbeit bereitstellen
I.D.2		Start eines integrierten Kommunikationskonzepts			Ingenieur-dienstleister, effektive PR-Abteilung	Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services)	

BVEG Leistungsspektrum Geothermie: Phase II - Aufsuchung

Projekt-Schritt	Teilschritte	Ziel	Kernaspekte	Ressourcen-Kategorie	Beispielressourcen	Kommentare
II.A	Gründung und Aufbau einer Trägergesellschaft	Ressourcen allokieren				
II.A.1	Basierend auf I.C.3 Make/Buy Analyse Beschreibung der Rollen für Aufsuchung und Bau der Anlage					
II.A.2	Basierend auf I.C.3 Make/Buy Analyse Beschreibung der Rollen für Betrieb der Anlage					
II.A.3	Gründung, Räumlichkeiten, Mitarbeiter einstellen, ...					
II.B	Beauftragung einer Machbarkeitsstudie	Technische und wirtschaftliche Machbarkeit evaluieren		Ingenieurdienstleister		typischerweise niedrige 6-stellige Summe
II.B.1	Erstellung eines geologischen 3D-Modells			Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal, UGS, DBI	
II.B.2	Erstellung eines bohr-und fördertechnischen Konzepts			Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal, UGS, DBI	
II.B.3	Temperaturen und Volumenströme abschätzen			Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal, UGS, DBI	
II.B.4	Wärmenutzungskonzepte evaluieren			Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, UGS, DBI	
II.B.5	Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen abschätzen			Wirtschaftsberater	Schlumberger-Geothermex, DBI	
II.C	Finanzierung des Projekts und Versicherungen	Finanzielle Ressourcen sicherstellen und -Risiken mitigieren				
II.C.1	Identifikation möglicher Geldgeber und Partner				Schlumberger-Geothermex, DrillTec, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services)	
II.C.2	Ggfs. Versicherungen abschließen		Fündigkeitsversicherung, Bohrrisiken mitigieren	Versicherungsunternehmen, Makler	Schlumberger-Geothermex, DrillTec, Beratung zu Mitigation von Bohrrisiken KCA Deutag	In der Regel über Fachmakler. Neben Fündigkeitsversicherungen gibt es auch noch andere Möglichkeiten wie CAR (Contractors All Risk) oder LiH (Lost in Hole) Versicherungen
II.C.3	Abnahmevertrag für Wärme und/oder Strom (Power Purchase Agreement - PPA)		Art/Anzahl der Kunden, Bereitsstellungskapazitäten, Konditionen, u.a. Ausfallkonditionen	Wirtschaftsanwälte und -berater, Ingenieurdienstleister (für technische Randbedingungen)		
II.C.4	Fördermittel beantragen		für Erstellung, Betrieb, innovative Technik - ggfs. im Verbund mit Abnahmepartnern	Wirtschaftsanwälte und -berater, Verbände, mögliche Partner, staatliche Institutionen, ...		
II.D	Mitgliedschaft Bergschadenausfallkasse					
II.D.1	Mitglied in der Bergschadenausfallkasse e.V. werden		solidarische Haftung bei Bergschäden füreinander	e.V.	Bergschadenausfallkasse e.V., Bundesverband Geothermie, Vereinigung Rohstoffe und Bergbau e.V.	siehe BBERG §§122 ff; nicht für kommunal abgesicherte Unternehmen nötig
II.E	Erlaubnis Antrag	Grundsätzliche (exklusive) Erlaubnis erhalten, Erdwärme im Feld zu fördern				
II.E.1	Kommunalpolitik und Öffentlichkeit informieren			Kommunikationsagenturen, eigene PR-Abteilung		
II.E.2	Erstellen des Erlaubnis Antrags		siehe Inhalte §11 BBERG	Ingenieurdienstleister	DrillTec, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, UGS, ESK	
II.E.3	Einreichen und Follow-up bei Rückfragen			Ingenieurdienstleister	DrillTec, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, UGS, ESK	
II.F	Betriebsplan/-pläne für geophysikalische Vorerkundung	Genehmigung für meist seismische Untersuchungen				
II.F.1	Definieren der konkreten Vorerkundung		Literaturrecherche, Altdatenrecherche, Reflektionsseismik, Gravimetrie, Geoelektrik, Geomagnetik, Aufschlussanalyse mit Feldarbeiten	Geophysik. Dienstleister	GEO-data GmbH	Nicht alle Typen von geophysikalischer Vorerkundung benötigen einen Betriebsplan

II.F.2	Betriebspläne erstellen und einreichen		für Seismik	Geophysik. Dienstleister		
II.G	Geophysikalische und andere Vorerkundung		lokalen/regionalen Untergrund hinreichend verstehen, dass Fündigkeitsrisiken akzeptabel werden.			
II.G.1	Durchführung seismische Messungen			Geophysik. Dienstleister		
II.G.2	Auswertung seismische Messungen			Geophysik. Dienstleister	Schlumberger-Geothermex, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services)	
II.G.3	Durchführung hydrogeologische Untersuchungen in der Lagerstätte		Lagerstättentechnische Computersimulationen	Ingenieurdienstleister	Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI	
II.G.4	Auswertung hydrogeologische Untersuchungen		Sensitivitätsanalysen zur Abschätzung von Betriebsparametern	Ingenieurdienstleister	Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI	
II.G.5	Durchführung und Auswertung weitere geophysikalischer Messungen		ggfs. z.B. Gravitationsmessungen, geochemische Messungen, Analogaufschlüsse, Geoelektrik, ...	Geophysik. Dienstleister	ESK, Schlumberger-Geothermex	
II.H	Probability-of-Success (POS)-Studie		Risikoabschätzung der Wirtschaftlichkeit, für Finanzierung und/oder Fündigkeitsversicherung			Hauptsächlich für Versicherbarkeit
II.H.1	Charakterisierung der geologischen Unsicherheiten		Bewertung geophysikalischer Daten		ESK, Schlumberger-Geothermex, GeoService GmbH, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, KCA Deutag zu Geologie/ Offset Bohrungen, UGS	erklärender wissenschaftlicher Artikel zu POS in Norddeutschland
II.H.2	Quantifizierung der Fündigkeitsrisiken		Erstellen einer Risikomatrix; Wahrscheinlichkeitsabschätzungen für Temperatur, Fliebraten und Nutzungsdauer		ESK, Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, UGS	
II.I	Klärung der Nutzbarkeit des Grundstücks		geeignetes Grundstück akquirieren			
II.I.1	Kommunikation mit Grundstückseigner und Anwohnern				PSE	
II.I.2	Klärung der Zuwegung		Mögliche Transportlasten und Beschränkungen in der Zuwegung, Behinderungen (Brücken, Tunnel, etc.); Schaffung von Behelfszufahrten	Ingenieurdienstleister, Bohrkonzern, Speditionen, Straßenverkehrsbehörden	ESK, PSE, DrillTec, DEEP.KBB, KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter	vorher abschätzen, wieviel Verkehr zu erwarten ist und mit welchen max. Achslasten
II.I.3	Klärung der Eignung des Standorts		Strom, Wasser, Abwasser, Telefon/Daten, Mobilfunkabdeckung, weitere Anschlüsse?, Kranarbeiten möglich, maximale Bodenabtragslast (Fundamente notwendig, wie viele?), Raumordnung, Platzbedarf für alle Projektphasen abschätzen; Abschätzung der Aufwendungen für die Schaffung von Ausgleichsflächen, Anbindung zu den Abnehmern	Ingenieurdienstleister	ESK, PSE, DrillTec, DEEP.KBB, KCA Deutag, UGS	Sowohl für Bohr-, als auch für Produktionsphase berücksichtigen, Workoverphasen einplanen
II.I.4	Umweltverträglichkeits-Vorprüfung (UVP-V)		Schall, Licht, Immissionen/Emissionen, Abfallwirtschaftskonzept, Grundwasser, induzierte Seismizität; Identifikation der umweltrelevanten Schutzmaßnahmen	Umweltbüros, Ingenieurdienstleister	ESK, PSE, DrillTec, DEEP.KBB, GEO-data GmbH	
II.I.5	Kauf bzw. Pacht des Grundstücks				DrillTec	
II.J	Betriebsplan/-pläne für die erste Bohrung		1) Bohrrisiken minimieren; 2) soliden genehmigten Plan mit fundierten Kostenabschätzungen erstellen			In der Regel werden viele Aspekte für alle Bohrungen gemeinsam geplant
II.J.1	Unternehmensvertreter für das Projektmanagement: Bohrplatzbau, Bohr- und Testarbeiten auswählen		Bau des Bohrplatzes sowie Bohrbetrieb/Testarbeiten managen	eigenes Unternehmen oder Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), PSE, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS, H. Anger's Söhne	umfangreiche Bohrerfahrung zwingend notwendig
II.J.2	verantwortlichen Projektgeologen auswählen		Überwachung des Bohrpfad hinsichtlich der Geologie	eigenes Unternehmen oder Geologiedienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS	Hazard-Templates erstellen wichtig
II.J.3	Festlegung von arbeits- und umweltschutzrelevanten Projektvorgaben		Sachverhalte des Arbeits- und Umweltschutzes im Rahmen der Betriebsplanerstellung berücksichtigen	Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), PSE, DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), KCA Deutag, QUASI-Richter	Der Leitfaden Bohrungsintegrität und andere Regelwerke geben hier Hilfestellung https://www.bveg.de/umweltsicherheit/technische-regeln/bveg-leitfaden-bohrungsintegritaet/
II.J.4	Bohrpfad designen		technische und geologische Aspekte	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services), KCA Deutag, UGS	

II.J.5		Reibung und Hydraulik berechnen		Je tiefer, desto anspruchsvoller.	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services), KCA Deutag, UGS	Beeinflusst u.a. Typ der Bohrgarnitur und Größe der Bohranlage
II.J.6		Analyse der Offsetdaten für die Bohrungscharakterisierung und Erstellen einer Bohrrisiken-Matrix		ggfs. mit Register	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS	
II.J.7		Zementierung planen		chemisch/hydraulisch an Gegebenheiten angepasst, Langlebigkeit, Teufen und Volumentoleranzen	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Pressure Pumping), KCA Deutag, UGS	Der Zement muss zuverlässig auch einzelne Horizonte voneinander abdichten
II.J.8		Drucktests planen		FIT, LOT oder XLOT? Richtig auswählen für Technikgrenzen und geologische Bedingungen	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS	
II.J.9		Verrohrungs-Plan erstellen		Absichern von Problemformationen; richtige Auslegung	Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services), KCA Deutag, UGS, DBI	Drücke, thermische Spannungen und Korrosion wichtig, lange Lieferfristen, UTSAV/Packer-Teufen und Art berücksichtigen
II.J.10		Bohrspülung charakterisieren		geeignete Performance zu Austrag von Bohrklein, Toninhibierung, Werkzeugkühlung, Reibbeiwerten, Temperaturbeständigkeit, etc.	spezialisierte Dienstleister	ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling & Completion Fluids), KCA Deutag, UGS	
II.J.11		Mudlogging-Plan erstellen		Schichtenverzeichnisse, bohrtechnische Messunge, Gasmessungen	spezialisierte Dienstleister	ESK, Schlumberger Services, GeoService GmbH, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes (Drilling Services), KCA Deutag, UGS	
II.J.12		Auswahl des Bohrkontraktors/ der Bohranlage und der Servicefirmen		technische Kompetenz, Hakenlasten, Emissionsdaten		ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS	Die Detail-Planung der einzelnen Gewerke erfolgt iterativ mit den entsprechenden Dienstleistern
II.J.13		Planung Zuwegung/Bohrplatz/Betriebsgelände		Fundamente, Bodenabtragslasten, Energie- und Wasserversorgung für späteren Gebrauch, Zuwegungen.	Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS	konkrete Planung, basierend auf II.F
II.J.14		Wellhead und Untertageverrohrung bestellen		wellhead, tubing, casing, packers, liner hanger, liner, ...	Hersteller	ESK, Schlumberger Services, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Completions & Well Intervention), KCA Deutag	In Abhängigkeit von Lieferzeiten können diese auch zu einem späteren Zeitpunkt bestellt werden.
II.J.15		Alarm- und Gefahrenabwehrplanung		Abstimmung/Festlegung der Maßnahmen in der Organisation des Projektverantwortlichen und externen Rettungsorganisationen (Erstellung Alarm- und Gefahrenabwehrplan, Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokument)	Ingenieurdienstleister	ESK, DrillTec, DEEP.KBB, KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter	Die Planung kann jedoch erst mit Festlegung des Bohrkontraktors abgeschlossen werden. Zieltermin zur Finalisierung der referenzierten Dokumente ca. 4 Wochen vor Projektbeginn. Identischer Sachverhalt trifft jedoch auch auf den Bohrplatzbau zu...
II.J.16		notwendige Untertagemessgrößen für Teufenabschnitte definieren und Messplan erstellen (Bohrlochmessungen)		notwendige Messgrößen identifizieren und entsprechend LWD, Spülungsanalysen, wireline Werkzeuge einplanen	Bohrlochmessdienstleister, Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS	Messwerkzeuge unterscheiden sich sehr in Charakter, Aussage, Genauigkeit, Zeitpunkt der Auswertung, ... Typischerweise teurere LWD erlauben Reaktionen noch während des Bohrens auf die Messwerte. Evaluieren, wie wichtig dies ist.
II.J.17		Kostenplan erstellen (AFE)				ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS	
II.J.18		Verträge mit Bohrkontrakter und Serviceunternehmen		Definieren von KPIs; individuelle Verträge oder Master-contractor, technische Überwachung	Bohrkontraktoren; Dienstleister für Bohrwerkzeuge, Spülungen, etc.	ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS	Es gibt unterschiedliche Vertragskonzepte, z.B. turn-key oder dayrate. Risikoallokation ist ein wichtiger Faktor

II.J.19	Erstellung Bohrprogramm					ESK, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DEEP.KBB, Baker Hughes (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS	Ein "DWOP"-Treffen mit allen Dienstleistern ist sehr ratsam
II.J.20	Monitoringkonzept für die fertig abgeteuft Bohrung erstellen		Ringraumüberwachung			ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS	ggfs. untertägige Monitoringkomponenten einplanen
II.J.21	Bohr-Betriebsplan erstellen und bei der Bergbehörde einreichen				eigene technische Mitarbeiter mit Unterstützung von Ingenieurdienstleistern	ESK, PSE, DEEP.KBB, KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter, H. Anger's Söhne	Verweis auf Betriebsplan der zweiten Bohrung, je nach Projektplanung kann ein Einreichen der Pläne für weitere Bohrungen bereits zu diesem Zeitpunkt sinnvoll sein. Klärung ob im "ersten Betriebsplan" auch die Phasen Bohrplatzbau und IPS-Arbeiten bereits mit erfasst werden sollten.
II.K	Bohrplatzbau und Durchführung der ersten Bohrung		Funktionsfähiges, sicheres Bohrloch erstellen				
II.K.1	Bohrplatz herrichten			systematische Überwachung auch dieser Arbeiten vergleichbar mit Bohrprojekt: - Kick-Off - "Planungsmeeting" vor Beginn der Arbeiten - Einbindung HSE-Beauftragter und öBB zur BAÜberwachung - Erstellung AGAP, Brückendokument, SGD - Abnahme des Bohrplatzes - Bauzeitenplan - Festlegung/Überwachung von beweissichernden Probenahmen/Analysen...	Ingenieurdienstleister, Spezial-Tiefbauunternehmen	ESK, MB Well Services, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), PSE, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter, H. Anger's Söhne	Kann von einigen Wochen bis einigen Monaten Zeit in Anspruch nehmen. Bohrkontraktor bei Planung mit einbeziehen.
II.K.2	Anmietung und Betrieb von Bohranlagen inkl. Personal			Kontinuität gewährleisten	Bohrkontraktor	MB Well Services, Schlumberger Services (Integrated - APS/ACS/IWC), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Integrated Well Services), KCA Deutag, UGS, H. Anger's Söhne	
II.K.3	Bereitstellen von Zusätzen für Bohrspülung				Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling & Completion Fluids), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	über den Dienstleister für den Spülungsservice
II.K.4	Durchführen von Bohr- und Reservoirfluidmessungen vor Ort und im Labor			Bohrlochsicherheit	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling & Completion Fluids), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	
II.K.5	Ordern von Untertagebohrwerkzeuge samt Bedienpersonal				Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	
II.K.6	Einbau von Rohrtouren			Casing und Liner, samt Packern	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, Balance Point Control (HWO / Snubbing), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Completions & Well Intervention), KCA Deutag, UGS, H. Anger's Söhne	
II.K.7	Zementierungen			Bohrlochsicherheit, Bohrlochdichtheit	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Pressure Pumping), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	
II.K.8	Vermessen der Formations- Bohrungs-, und Prozesseigenschaften			während oder nach dem eigentlichen Bohrbetrieb	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services, Wireline Services), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	
II.K.9	Entnahme von Cuttings, Gasproben, mudlogging, ggfs. Kernentnahmen				Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, GeoService GmbH, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drilling Services, Wireline Services), KCA Deutag, Geo-Data GmbH, H. Anger's Söhne	
II.K.10	Einbau von weiterer Untertagetechnik			Packer, UTSAV, evtl. Glasfasermesstechnik	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Balance Point Control (HWO / Snubbing), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS, H. Anger's Söhne	auf funktionelle Kompatibilität mit Tiefkreislumpumpe achten

II.K.11		hydraulische Tests durchführen		LOT, XLOT, FIT	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, Balance Point Control (HWO / Snubbing), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS, H. Anger's Söhne	nach Bohrabschnitten, Auswertung durch Ingenieur-/Spezialdienstleister
II.K.12		Bestellung von Bohrmeißeln		Bohrfortschritt, erzielbare Bohrlochqualität, Passend zum Bohrsystem, Hydraulik, richtige Dosis Steuerbarkeit	Bohrkontraktor, Spezial-Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Drill Bits), KCA Deutag, H. Anger's Söhne	
II.K.13		Produktions-/Injektionstests durchführen		Bestimmung Zufluss-/Injektionsraten, Drücke, Temperaturen	Bohrkontraktor und Ingenieurdienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DEEP.KBB, DrillTec, UGS, H. Anger's Söhne	Testdurchführungen nach Testbetriebsplan
II.K.14		Aufbau und Testen des Bohrlochkopfes		Sicherung der Bohrung	Bohrkontraktor und Ingenieurdienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, DEEP.KBB, UGS, H. Anger's Söhne	Ende Turnkey-Auftrag 1. Bohrung
II.L	Betriebsplan/-pläne für die zweite/weitere Bohrungen		1) Bohrrisiken minimieren; 2) soliden genehmigten Plan mit fundierten Kostenabschätzungen erstellen			analog zu II.J	Ergebnisse aus erster Bohrung einfließen lassen. Gewisse Unterpunkte können entfallen wenn bspw. am selben Bohrplatz mit gleichen Servicefirmen und Kontraktoren weitergearbeitet wird.
II.M	Durchführung der zweiten/weiterer Bohrungen		Funktionsfähiges, sicheres Bohrloch erstellen			analog zu II.K	In der Regel sind die Bohransätze obertage nur wenige Meter auseinander, Lernkurve auf Basis der ersten Bohrung ist wichtig
II.N	Zirkulationstests		Fündigkeit nachweisen und quantifizieren				anschließend Abbau der Bohranlage
II.N.1		Zirkulationstest durchführen		Bestimmung max. Raten, Drücke und Temperaturen (PI)	Dienstleister für Tests	Schlumberger Services - Artificial Lift, DrillTec, Baker Hughes (Artificial Lift Systems, Reservoir Technical Services), UGS	mit z.B. temporärer Tauchkreispumpe oder Mammutpumpe
II.N.2		Festlegung, welche Bohrungen produzieren, welche injizieren sollen				Schlumberger Services - Geothermex, DrillTec, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), UGS	Gilt für Dubletten. Auch vorher sollte schon evaluiert werden, welche der Bohrungen der Produzent voraussichtlich wird, aber Flexibilität bei geologischen/Injektivitäts-Unwägbarkeiten ist in der Regel wichtiger
II.O	Reservoirsimulation		Reservoir charakterisieren um Wärmeförderraten abzuschätzen und langfristige Förderung sicherzustellen				
II.O.1		THC-Modellierung (thermal-hydrodynamic-chemical)			Ingenieurdienstleister	ESK, Schlumberger Services - Geothermex, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), DBI	u.a. Einflussbereich/ Bewilligungsfeld definieren
II.O.2		Förderprognose				Schlumberger Services - Geothermex, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), DBI	
II.P	Begleitende Öffentlichkeitsarbeit		Akzeptanz erhalten & ggfs. mögliche Kunden gewinnen				
II.P.1		ggfs. eigenes kleines seismisches Messnetz aufbauen			spezialisierte Seismik-Unternehmen	Baker Hughes (Reservoir Technical Services)	FKPE Richtlinie für seismisches Monitoring zu Rate ziehen; in einigen Regionen existieren feinmaschige regionale Messnetze, mit denen kooperiert werden kann
II.P.2		Webseite erstellen und pflegen			Kommunikationsbüro, Webdesigner	DrillTec	
II.P.3		Infoveranstaltungen bei Meilensteinen organisieren		professionelles Kommunikationskonzept ist essentiell	Kommunikationsbüro	DrillTec	frühzeitig informieren

BVEG Leistungsspektrum Geothermie: Phase III - Gewinnung

	Projekt-Schritt	Teilschritte	Ziel	Kernaspekte	Ressourcen-Kategorie	Beispielressourcen	Kommentare
III.A	Bewilligungsantrag		Erlaubnis, das Projekt umzusetzen				
III.A.1		Antrag einreichen		u.a. Zirkulationstests und Reservoirmodell einreichen			Ingenieurdienstleister erstellt typischerweise den Antrag, Projektträger reicht ein
III.B	Betriebsplan/-pläne für die Errichtung und Führung des Betriebs		Zeitlich befristete Genehmigungen erhalten				
III.B.1		Betriebspläne für die Errichtung des Betriebs zzgl. bergbehördlicher Genehmigungsverfahren		Sonderbetriebsplan, z.B. Platz für spätere Aufwältigungen einplanen	Ingenieurdienstleister	ESK, PSE, QUASI-Richter, DBI	
III.B.2		Betriebspläne für die Führung des Betriebs zzgl. bergbehördlicher Genehmigungsverfahren		Haupt- und Sonderbetriebspläne, ggfs. Rahmenbetriebsplan, u.a. Alarm- und Gefahrenabwehrplanung, Störfallkonzept erstellen	Ingenieurdienstleister	ESK, PSE, QUASI-Richter, DBI	bei der Bergbehörde
III.C	Bau der obertägigen Anlage		Infrastruktur schaffen, um geförderte Energie Kunden anbieten zu können				
III.C.1		Festlegung der benötigten obertägigen Anlagen		Auswahl der Verfahren, Auslegung der Anlagenteile		DBI	
III.C.1		Ausschreibungen und Vergabe der Gewerke, inkl. operativer und arbeits- und umweltschutztechnischer Vorplanung		Auswahl der Lieferanten und Dienstleister, Baustellenordnung/Brückendokument, Festlegung von Besprechungsroutinen, Festlegung von Meilensteinen, zeitliche Abfolge auch zu Folgebohrungen definieren, Umsetzung des Störfallkonzepts	Ingenieurdienstleister	PSE, DrillTec, Baker Hughes Geothermal (Integrated Well Services), QUASI-Richter	
III.C.2		Einbau (untertägige) Pumpe		Haltbarkeit bei lokalen Rahmenbedingungen, Energieeffizienz	spezialisierte Dienstleister	DrillTec, Baker Hughes (Artificial Lift Systems)	typischerweise wird eine Tauchkreislumpumpe verbaut
III.C.3		Erstellung eines seismischen Überwachungsnetzes		geeignete Orte, geeignete Partner	geologische Dienste, Dienstleister	Geothermieallianz Bayern, Schlumberger Services, Baker Hughes (Reservoir Technical Services)	Teilweise länderspezifische Vorgaben
III.C.4		Gebäudebau			Bauunternehmen		
III.C.5		Wärmetauscher, bei Kraftwerk auch ORC-Anlage		mögliches Skaling berücksichtigen; Kapazität muss ausgelegt werden auf die realen Förderparameter	EPC (engineering, procurement & construction contractor)	PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	es gibt auch andere Verfahren wie z.B. Kalina, ORC ist jedoch dominant
III.C.6		Leitungsbau		Wasserchemismus und ggfs begleitende Feststoffe berücksichtigen sowie Druck und Temperatur(schwankungen) - Ausfällungen, Ausgasungen, Korrosion, NORM	EPC	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	Typischerweise III.C.6-10 aus einer Hand
III.C.7		Filter		Wasserchemismus und ggfs begleitende Feststoffe berücksichtigen sowie Druck und Temperatur(schwankungen)	EPC	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	
III.C.8		Leitzentrale bauen			EPC	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	
III.C.9		Messtechnik einbauen		typischerweise Vorschlag von Ingenieurdienstleister	EPC	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	
III.C.10		weitere Anlagenteile erstellen		Abwassersystem, Übergabemessstationen, ggfs. für Heizwerke redundante Vernetzung mit anderen Wärmequellen ...	EPC	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	Das Wärmenetz selbst ist hier nicht beschrieben. Dies sollte zeitgleich mit der Inbetriebnahme aufgebaut werden. Ggfs. Lithiumproduktionsanlage
III.D	Inbetriebnahme		Sicherer, effizienter Start des Betriebs				
III.D.1		Justieren und optimieren des Betriebsablaufs				PSE (Obertage), Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	inklusive Anschluss an den/die Abnehmer
III.D.2		Sicherheitstechnische Abnahme der Anlage		Umsetzung von definierten Prüfroutinen, z.B. gemäß BetrSichV, ...; Übernahme durch Anlagenbetreiber; sicherheitstechnische Begehung, Störfallkonzept	Ingenieurdienstleister, technische Überwachungsvereine	PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), QUASI-Richter	
III.E	Betrieb		Sicherer, störungsarmer Betrieb für viele Jahrzehnte				
III.E.1		Messen und Steuern				PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	
III.E.2		Instandhaltung obertage		vorbeugende Instandhaltung, Prüfung von maschineller Ausrüstung, z.B. Druckbehälter, E-Ausrüstung durch Elektro-Aufsichtspersonen, Sachverständige		PSE (Instandhaltungsplanung), DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), UGS	Regelwerke vom DVGW, VDE etc verbreitet gültig

III.E.3	Instandhaltung untertage		Bohrungsintegrität erhalten. Korrosion. Untertageinstandhaltung ist aufwändig und erfordert oft Aufwältigungsaktivitäten mit großem Gerät auf der Anlage		Schlumberger Services (Wireline/Slickline intervention), Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), UGS, ESK (Planung)	bergrechtliche Vorgaben; BVEG Regelwerke z.B. zur Bohrungsintegrität vorhanden
III.E.4	Qualitätsmanagement		inkl. Dokumentenmanagementsystem	Ingenieurdienstleister	PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), UGS, QUASI-Richter	
III.E.5	Arbeitssicherheit und Umweltschutz managen		Gefahrgut, Abfallmanagement, Brandschutz, Strahlenschutz, Gasschutz, PSA, Leitern, Erstellung/Revision Sicherheits- und Gesundheitsschutzdokumenten ...	Ingenieurdienstleister	PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), UGS, QUASI-Richter	Rollen/Fachkräfte müssen definiert werden für die verschiedenen Arbeitssicherheitsgebiete, inkl. Beauftragten
III.E.6	Datenschutz managen		betriebskritische Funktionen		PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	
III.E.7	Überwachung/Umsetzung bergrechtlich geforderter Pflichten aus Nebenbestimmungen, Behördenmanagement				PSE, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), QUASI-Richter, ESK	
III.E.8	allgemeines Betriebsmanagement		Kaufmännisch, Personal, Versicherungen, Kundenacquire/mgmt, Rückstellungen ...		Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)	

BVEG Leistungsspektrum Geothermie: Phase IV: Nachbergbau

	Projekt-Schritt	Teilschritte	Ziel	Kernaspekte	Ressourcen-Kategorie	Beispielressourcen	Kommentare
IV.A	Rückbauplanung		Plan für eine sichere Verwahrung				
IV.A.1		Optionen für Nachnutzung bewerten		Gegebenenfalls Förderung anderer Rohstoffe, Umwandlung in geschlossene Systeme oder wissenschaftliche Messsysteme		Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS, DBI	
IV.A.2		Planung Rückbau obertage		Umweltschutz, Arbeitssicherheit, behördliche Forderungen, Renaturierung bzw Nachnutzung des Geländes und der Gebäude		PSE, DrillTec, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter	
IV.A.3		Planung Rückbau untertage		Vorgaben durch das Bergamt erfüllen (für Abschlussbetriebsplan), ggfs. Überwachung nach Rückbau	Ingenieurdienstleister	MB Well Services, PSE, DEEP.KBB, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), ESK, KCA Deutag, UGS, QUASI-Richter, DBI	
IV.A.4		Abschlussbetriebsplan erstellen und bei der Bergbehörde einreichen			Ingenieurdienstleister	PSE, DEEP.KBB, UGS, ESK, DBI	Ingenieurdienstleister erstellt Abschlussbetriebsplan, Projektträger reicht ein
IV.B	Rückbau obertage		Sichere, umweltgerechte Entsorgung und Herstellung eines angemessenen Übergabezustands				
IV.B.1		Rückbau der OTA (Obertageausrüstung)			Bauunternehmen	PSE (als EPC-Kontraktor), DrillTec	
IV.B.2		Entsorgung gefährlicher Stoffe		ggfs. Bodengutachten	Entsorger, Bauunternehmen	PSE (als EPC-Kontraktor), DrillTec, QUASI-Richter	
IV.B.3		Renaturierung bzw Platzumbau			Bauunternehmen, Dienstleister	PSE (als EPC-Kontraktor), DrillTec	
IV.C	Rückbau untertage		Dauerhaft Fluidumstiege in andere Teufen oder nach Obertage verhindern.				
IV.C.1		Messungen durchführen, Bohrung befunden		Aktuellen Status des Bohrlochzustandes ermitteln, potentielle Leckagen und Fluidmigrationspfade identifizieren.		MB Well Services, Schlumberger Services, Balance Point Control (Wireline Services), DEEP.KBB, Baker Hughes (Wireline Services), KCA Deutag, UGS, ESK, H. Anger´s Söhne	Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision)
IV.C.2		Ausbau von Untertagetechnik			Bohrkontraktoren und Dienstleister	MB Well Services, Schlumberger Services, Balance Point Control (HWO / Snubbing / Wireline Services), DrillTec, DEEP.KBB, Baker Hughes (Completions & Well Intervention), KCA Deutag, UGS, ESK, H. Anger´s Söhne	Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision)
IV.C.3		Zementieren & Abdichten		ggfs. zusätzliche Abdichtmechanismen	Dienstleister aus der Tiefbohrbranche	MB Well Services, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Pressure Pumping), KCA Deutag, UGS, ESK	Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision)
IV.C.4		Warte- und Messphase		Für Bestätigung einer dichten (Zement-)barriere	Dienstleister aus der Tiefbohrbranche	MB Well Services, Schlumberger Services, Balance Point Control (Wireline Services), DEEP.KBB, Baker Hughes (Pressure Pumping), KCA Deutag, ESK	Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision)

IV.C.5	Rückbau der Bohrlochköpfe		obersten Rohrabschnitt abschneiden, Boden abtragen, Keller verschließen, Oberfläche wiederherstellen	Bohrkontraktor, Tiefbauunternehmen	MB Well Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Completions & Well Intervention), KCA Deutag, UGS, ESK, H. Anger's Söhne	Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision)
IV.D	Entlassung aus der Bergaufsicht		Entlassung aus der Haftung für Schäden			
IV.D.1	Abarbeiten des Pflichtenheftes				PSE, ESK	