

# 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>

V1.03 09.05.2022 © 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 |   | Erlaubnis Antrag   | 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   | <b>Allgemeines Interesse</b> |   | <b>Geothermieprojekte verstehen</b>  |  |   |  |   |
| 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   | <b>Projektidee</b>           |   | <b>Grobskizze des möglichen Projekts</b>   |  |   |  |   |
| I.B.1 |                              | Identifizieren der Energieabnehmer  |  | Abnehmer für Wärme, Elektrizität und/oder ggfs. Rohstoffen   | Forschungsinstitute, Verbände   | DBI, Verband kommunaler Unternehmen VKU  | <a href="http://www.dbi-gut.de/waermepotentialanalyse.html">GIS-basierter Wärmeatlas unter www.dbi-gut.de/waermepotentialanalyse.html</a> |
| 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), Halliburton, 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), Halliburton  | 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, Hochschul-institute | NRW.Energy4climate, LBEG, Schlumberger-Geothermex, GEO-data, DEEP.KBB, KIT, TU Clausthal, TUBA Freiberg, TU München Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI, Halliburton |   |
| I.C   | <b>Vorstudien</b>            |   | <b>Charakterisierung des möglichen Projekts sowie Abschätzung der wesentlichen Auslegung</b> |  |   |  | 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, Halliburton  | 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, Halliburton | 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, Halliburton  | auch als Verkaufsprospekt für Investoren   |
| I.D    | <b>Beginn einer kontinuierlichen Öffentlichkeitsarbeit</b>                          | <b>Akzeptanz durch sehr frühzeitige transparente Kommunikation sicherstellen</b>  |   |   |  |
| 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   | <b>Gründung und Aufbau einer Trägergesellschaft</b>          |  | <b>Ressourcen allokieren</b>   |  |  |   |  |
| 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   | <b>Beauftragung einer Machbarkeitsstudie</b>                 |  | <b>Technische und wirtschaftliche Machbarkeit evaluieren</b>   |  | 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, Halliburton |  |
| II.B.2 |  | Erstellung eines bohr-und fördertechnischen Konzepts   |  |  | Ingenieurdienstleister   | ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal, UGS, DBI, Halliburton |  |
| II.B.3 |  | Temperaturen und Volumenströme abschätzen  |  |  | Ingenieurdienstleister   | ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal, UGS, DBI, Halliburton |  |
| II.B.4 |  | Wärmenutzungskonzepte evaluieren   |  |  | Ingenieurdienstleister   | ESK, Schlumberger-Geothermex, DEEP.KBB, UGS, DBI, Halliburton   |  |
| II.B.5 |  | Wirtschaftlichkeit und Umweltauswirkungen abschätzen   |  |  | Wirtschaftsberater   | Schlumberger-Geothermex, DBI  |  |
| II.C   | <b>Finanzierung des Projekts und Versicherungen</b>          |  | <b>Finanzielle Ressourcen sicherstellen und -Risiken mitigieren</b>                                    |  |  |   |  |
| 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  | Versicherungs-unternehmen, Makler  | Schlumberger-Geothermex, DrillTec, Beratung zu Mitigation von Bohrrisiken KCA Deutag, Halliburton     | 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)   | Halliburton   |  |
| 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   | <b>Mitgliedschaft Bergschadenausfallkasse</b>                |  |  |  |  |   |  |
| 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 BBergG §§122 ff; nicht für kommunal abgesicherte Unternehmen nötig   |
| II.E   | <b>Erlaubnis Antrag</b>                                      |  | <b>Grundsätzliche (exklusive) Erlaubnis erhalten, Erdwärme im Feld zu fördern</b>                      |  |  |   |  |
| II.E.1 |  | Kommunalpolitik und Öffentlichkeit informieren   |  |  | Kommunikationsagenturen, eigene PR-Abteilung   |   |  |
| II.E.2 |  | Erstellen des Erlaubnis Antrags  |  | siehe Inhalte §11 BBergG   | 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   | <b>Betriebsplan/-pläne für geophysikalische Vorerkundung</b> |  | <b>Genehmigung für meist seismische Untersuchungen</b>   |  |  |   |  |
| 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   | Halliburton   |  |
| II.G   | <b>Geophysikalische und andere Vorerkundung</b>              |  | <b>lokalen/regionalen Untergrund hinreichend verstehen, dass Fündigkeitsrisiken akzeptabel werden.</b> |  |  |   |  |
| II.G.1 |  | Durchführung seismische Messungen  |  |  | Geophysik. Dienstleister   | Halliburton   |  |

|        |  |   |  |   |  |  |   |
|--------|--|---|--|---|--|--|---|
| II.G.2 |  | Auswertung seismische Messungen   |  |   | Geophysik. Dienstleister   | Schlumberger-Geothermex, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), Halliburton   |   |
| II.G.3 |  | Durchführung hydrogeologische Untersuchungen in der Lagerstätte                                 |  | Lagerstättentechnische Computersimulationen   | Ingenieurdienstleister   | Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI, Halliburton   |   |
| II.G.4 |  | Auswertung hydrogeologische Untersuchungen  |  | Sensitivitätsanalysen zur Abschätzung von Betriebsparametern  | Ingenieurdienstleister   | Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, Baker Hughes Geothermal (Reservoir Technical Services), DBI, Halliburton   |   |
| II.G.5 |  | Durchführung und Auswertung weitere geophysikalischer Messungen                                 |  | ggfs. z.B. Gravitationsmessungen, geochemische Messungen, Analogaufschlüsse, Geoelektrik, ...   | Geophysik. Dienstleister   | ESK, Schlumberger-Geothermex   |   |
| II.H   | <b>Probability-of-Success (POS)-Studie</b>       |   | <b>Risikoabschätzung der Wirtschaftlichkeit, für Finanzierung und/oder Fündigkeitsversicherung</b>         |   |  |  | 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, Halliburton   | <a href="#">erklärender wissenschaftlicher Artikel zu POS in Norddeutschland</a>  |
| II.H.2 |  | Quantifizierung der Fündigkeitsrisiken  |  | Erstellen einer Risikomatrix; Wahrscheinlichkeitsabschätzungen für Temperatur, Fließraten und Nutzungsdauer   |  | ESK, Schlumberger-Geothermex, GEO-data GmbH, UGS, Halliburton  |   |
| II.I   | <b>Klärung der Nutzbarkeit des Grundstücks</b>   |   | <b>geeignetes Grundstück akquirieren</b>   |   |  |  |   |
| 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, Bohrkontraktoren, 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   | <b>Betriebsplan/-pläne für die erste Bohrung</b> |   | <b>1) Bohrrisiken minimieren; 2) soliden genehmigten Plan mit fundierten Kostenabschätzungen erstellen</b> |   |  |  | 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, Halliburton | 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, Halliburton                        | 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 <a href="https://www.bveg.de/umweltsicherheit/technische-regeln/bveg-leitfaden-bohrungsintegritaet/">https://www.bveg.de/umweltsicherheit/technische-regeln/bveg-leitfaden-bohrungsintegritaet/</a> |
| 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, Halliburton  |   |
| 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, Halliburton  | 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, Halliburton            |   |
| II.J.7  | Zementierung planen   |  | chemisch/hydraulisch an Gegebenheiten angepasst, Langlebigkeit, Teufen und Volumetoleranzen  | Untertagebohrgeräte-Dienstleister, Ingenieurdienstleister          | ESK, Schlumberger Services, DEEP.KBB, Baker Hughes (Pressure Pumping), KCA Deutag, UGS, Halliburton   | 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, Halliburton                                       |   |
| 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, Halliburton   | 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, Halliburton                                       |   |
| 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, Halliburton                  |   |
| 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, Halliburton      | 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, Halliburton                                       | 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, Halliburton |   |
| 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, Halliburton      | 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, Halliburton                | Ein "DWOP"-Treffen mit allen Dienstleistern is 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, Halliburton   | 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. |
| <b>II.K</b> | <b>Bohrplatzbau und Durchführung der ersten Bohrung</b> |  | <b>Funktionsfähiges, sicheres Bohrloch erstellen</b> |  |   |   |   |
| II.K.1      |   | Bohrplatz herrichten   |  | systematische Überwachung auch dieser Arbeiten vergleichbar mit Bohrprojekt:<br>- Kick-Off<br>- "Planungsmeeting" vor Beginn der Arbeiten<br>- Einbindung HSE-Beauftragter und öBB zur BAÜberwachung<br>- Erstellung AGAP, Brückendokument, SGD<br>- Abnahme des Bohrplatzes<br>- Bauzeitenplan<br>- 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, Halliburton | 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, Halliburton   | 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, Halliburton   |   |
| 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, Halliburton  |   |
| 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, Halliburton                 |   |
| 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, Halliburton   |   |
| 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, Halliburton   |   |
| 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, Halliburton  |   |
| 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, Halliburton   | 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, Halliburton | nach Bohrabchnitten, 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, Halliburton  |  |
| 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, Halliburton  | 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    | <b>Betriebsplan/-pläne für die zweite/weitere Bohrungen</b>        | <b>1) Bohrrisiken minimieren; 2) soliden genehmigten Plan mit fundierten Kostenabschätzungen erstellen</b>    |   |   | 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    | <b>Durchführung der zweiten/weiterer Bohrungen</b>                 | <b>Funktionsfähiges, sicheres Bohrloch erstellen</b>  |   |   | 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    | <b>Zirkulationstests</b>   | <b>Fündigkeit nachweisen und quantifizieren</b>   |   |   |  | 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, Halliburton  | mit z.B. temporärer Tauchkreislumppe oder Mammutpumpe  |
| II.N.2  | Festlegung, welche Bohrungen produzieren, welche injizieren sollen |   |   |   | Schlumberger Services - Geothermex, DrillTec, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), UGS, Halliburton  | 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    | <b>Reservoirsimulation</b>   | <b>Reservoir charakterisieren um Wärmeförderraten abzuschätzen und langfristige Förderung sicherzustellen</b> |   |   |  |  |
| II.O.1  | THC-Modellierung (thermal-hydrodynamic-chemical)                   |   |   | Ingenieurdienstleister                    | ESK, Schlumberger Services - Geothermex, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), DBI, Halliburton   | u.a. Einflussbereich/ Bewilligungsfeld definieren  |
| II.O.2  | Förderprognose   |   |   |   | Schlumberger Services - Geothermex, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), DBI, Halliburton  |  |
| II.P    | <b>Begleitende Öffentlichkeitsarbeit</b>                           | <b>Akzeptanz erhalten &amp; ggfs. mögliche Kunden gewinnen</b>  |   |   |  |  |
| 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    | <b>Bewilligungsantrag</b>  |   | <b>Erlaubnis, das Projekt umzusetzen</b>                                       |  |  |  |   |
| III.A.1  |  | Antrag einreichen   |  | u.a. Zirkulationstests und Reservoirmodell einreichen  |  |  | Ingenieurdienstleister erstellt typischerweise den Antrag, Projektträger reicht ein   |
| III.B    | <b>Betriebsplan/-pläne für die Errichtung und Führung des Betriebs</b> |   | <b>Zeitlich befristete Genehmigungen erhalten</b>                              |  |  |  |   |
| 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    | <b>Bau der obertägigen Anlage</b>                                      |   | <b>Infrastruktur schaffen, um geförderte Energie Kunden anbieten zu können</b> |  |  |  |   |
| III.C.1  |  | Festlegung der benötigten obertägigen Anlagen   |  | Auswahl der Verfahren, Auslegung der Anlagenteile  |  | DBI  |   |
| III.C.2  |  | 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, Halliburton                                  |   |
| III.C.3  |  | Einbau (untertägige) Pumpe  |  | Haltbarkeit bei lokalen Rahmenbedingungen, Energieeffizienz  | spezialisierte Dienstleister                             | DrillTec, Baker Hughes (Artificial Lift Systems), Halliburton  | typischerweise wird eine Tauchkreislumpumpe verbaut   |
| III.C.4  |  | Erstellung eines seismischen Überwachungsnetzes   |  | geeignete Orte, geeignete Partner  | geologische Dienste, Dienstleister                       | Geothermieallianz Bayern, Schlumberger Services, Baker Hughes (Reservoir Technical Services), Halliburton                      | Teilweise länderspezifische Vorgaben  |
| III.C.5  |  | Gebäudebau  |  |  | Bauunternehmen   |  |   |
| III.C.6  |  | 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.7  |  | 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.8  |  | Filter  |  | Wasserchemismus und ggfs begleitende Feststoffe berücksichtigen sowie Druck und Temperatur(schwankungen)   | EPC  | PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), Halliburton  |   |
| III.C.9  |  | Leitzentrale bauen  |  |  | EPC  | PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions)   |   |
| III.C.10 |  | Messtechnik einbauen  |  | typischerweise Vorschlag von Ingenieurdienstleister  | EPC  | PSE, DrillTec, Baker Hughes (Turbomachinery & Process Solutions), Halliburton  |   |
| III.C.11 |  | 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    | <b>Inbetriebnahme</b>  |   | <b>Sicherer, effizienter Start des Betriebs</b>                                |  |  |  |   |
| 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    | <b>Betrieb</b>   |   | <b>Sicherer, störungsarmer Betrieb für viele Jahrzehnte</b>                    |  |  |  |   |
| 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   | <b>Rückbauplanung</b>    |  | <b>Plan für eine sichere Verwahrung</b>   |  |                                       |   |   |
| 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   | <b>Rückbau obertage</b>  |  | <b>Sichere, umweltgerechte Entsorgung und Herstellung eines angemessenen Übergabezustands</b> |  |                                       |   |   |
| 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   | <b>Rückbau untertage</b> |  | <b>Dauerhaft Fluidumstiege in andere Teufen oder nach Obertage verhindern.</b>                |  |                                       |   |   |
| 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, Halliburton                             | 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, Halliburton   | 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, Halliburton   | 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, Halliburton | Ingenieurdienstleister plant und beaufsichtigt (Supervision) |
| IV.D   | <b>Entlassung aus der Bergaufsicht</b> |  | <b>Entlassung aus der Haftung für Schäden</b>  |                                    |   |  |
| IV.D.1 | Abarbeiten des Pflichtenheftes         |  |  |                                    | PSE, ESK  |  |