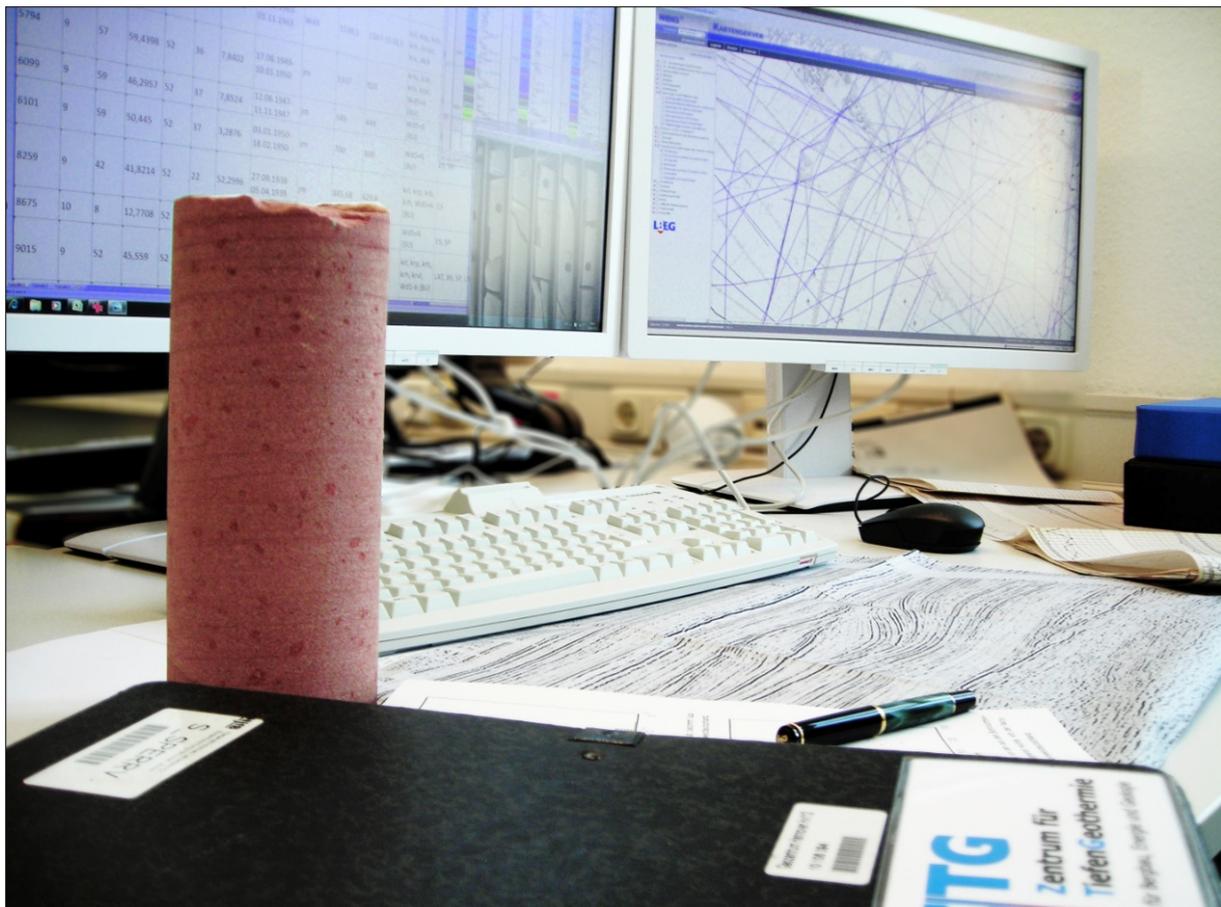


Merkblatt zur Erstellung von Machbarkeitsstudien für Tiefengeothermie-Projekte



Merkblatt zur Erstellung von Machbarkeitsstudien für Tiefengeothermie-Projekte

Autoren: Wolfgang Wirth, Robert Schöner
Titelfoto: Martin Duddek
Stand: 22.04.2015

Inhaltsverzeichnis

Einführung.....	2
Mustergliederung einer Machbarkeitsstudie für ein Tiefengeothermie-Projekt	4

Einführung

Machbarkeitsstudien sind üblicher Bestandteil der Vorerkundungsphase von Tiefengeothermie-Projekten. Typischerweise folgt auf die Projektidee zunächst eine Vorstudie und bei erfolgversprechenden Aussichten anschließend eine Machbarkeitsstudie sowie ggf. eine POS-Studie¹. Die geophysikalische Vorerkundung, insbesondere in Form von neuen 2D oder 3D Seismik-Messungen, kann Teil der Machbarkeitsstudie sein, oder im Projektablauf auf die Machbarkeitsstudie folgen². Aus der Machbarkeitsstudie kann sich die Notwendigkeit weiterer Untersuchungen ergeben, um das Erfolgsrisiko des Projektes weiter zu minimieren. Sind nach Abschluss aller Studien die Aussichten des Projektes erfolgversprechend, werden zunächst die erste und nachfolgend ggf. weitere Bohrungen abgeteuft. Darauf folgen der Bau der übertägigen Anlagen und die Aufnahme der Produktion³.

Die höchsten Investitionskosten sind dabei mit den Tiefbohrungen und ggf. mit dem Bau eines übertägigen Wärmenetzes verbunden. Es sind diese Investitionen, die das größte Hemmnis für Tiefengeothermie-Projekte darstellen. Die positive Projektbewertung durch eine Machbarkeitsstudie liefert i. d. R. erst die Grundlage für einen positiven Investitionsentscheid bzw. dafür, dass Investoren gefunden werden können. Dies gilt insbesondere auch für das Einwerben finanzieller Fördermittel. Die Machbarkeitsstudie selbst ist dabei vergleichsweise wenig kostenintensiv und deshalb häufig sofort umsetzbar, auch bevor die Finanzierung des Gesamtprojektes endgültig gesichert ist. Machbarkeitsstudien können somit ein äußerst nützliches und effektives Werkzeug sein, um Hemmnisse für Tiefengeothermie-Projekte abzubauen und so möglicherweise die Realisierung auf den Weg zu bringen.

Machbarkeitsstudien müssen hohen Qualitätsanforderungen genügen. Insbesondere für die Vergabe öffentlicher Fördermittel sollten Qualitätskriterien aufgestellt werden, die eine optimale Verwendung der Mittel befördern. Vor allem müssen die Themen enthalten sein, die notwendig sind, um die Erfolgsaussichten und Risiken des geplanten Projektes in fachlicher und wirtschaftlicher Sicht bewertbar zu machen. Das vorliegende Merkblatt soll als Hilfestellung dienen, um diese inhaltlichen Qualitätskriterien einzuhalten. Dazu wird empfohlen, sich an die im folgenden Abschnitt dargestellte Mustergliederung zu halten und mindestens die darin beschriebenen Inhalte vorzusehen. Sollten zu einem Punkt keine entsprechenden Da-

¹ POS = Probability of success

² In Einzelfällen kann die Durchführung geophysikalischer Messungen auch entfallen, nämlich dann, wenn der Untergrund im Projektgebiet bereits sehr gut bekannt ist und entsprechende Daten aus früheren Explorationstätigkeiten in ausreichender Menge und Qualität zur Verfügung stehen, oder wenn aufgrund des geplanten Erschließungskonzeptes eine sehr genaue Kenntnis des Untergrundes nicht zwingend erforderlich ist (z. B. bei tiefen Erdwärmesonden).

³ Zum typischen Ablauf von Geothermieprojekten siehe z. B. „Tiefe Geothermie – Nutzungsmöglichkeiten in Deutschland“, Informationsbroschüre des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, 2010.

ten bzw. kein entsprechendes Material verfügbar sein, so empfiehlt es sich dies durch eine Fehlanzeige im entsprechenden Abschnitt auszudrücken und zu erläutern (z. B.: Eigene Seismik wurde im Rahmen der Machbarkeitsstudie nicht durchgeführt, weil ...) ohne die vorgeschlagene Gliederungsstruktur zu verändern. Das Einfügen weiterer Unterkapitel kann jedoch u. U. sinnvoll sein.

Mustergliederung einer Machbarkeitsstudie für ein Tiefengeothermie-Projekt

1. Einführung

Darstellung der Veranlassung der Studie und der Vorgeschichte des Projektes; Vorstellung der Projektträger und Projektpartner; Hinweise auf vorhandene Konzession und deren Laufzeit

2. Recherche und Auswertung bekannter Daten

2.1 Geographischer Überblick

Definition, Beschreibung und Darstellung (Karte) des Zielgebietes einschließlich eines Überblicks über Infrastruktur, mögliche Wärmeabnehmer, Schutzgebiete und mögliche Nutzungskonflikte

2.2 Literaturrecherche

Auflistung und ausführliche Diskussion der vollständigen bekannten Literatur zu den geologischen und geophysikalischen Eigenschaften des Untergrundes im Projektgebiet und ggf. in angrenzenden Gebieten, die für das Tiefengeothermie-Projekt relevant sind (Ausnahme ist die Literatur zu Untergrundtemperaturen; diese wird in Abschnitt 2.4 behandelt.)

2.3 Recherche und Auswertung von Bohrungsdaten aus Tiefbohrungen in der Umgebung des Projektstandortes

2.3.1 Schichtenverzeichnisse der Tiefbohrungen

2.3.1.1 Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung der Schichtenverzeichnisse

Auflistung aller Bohrungen, aus denen Schichtenverzeichnisse a) vorhanden sind und b) beschafft wurden; Nennung der Bohrungseigentümer; Erläuterung der Art der Beschaffung (z. B. Ankauf); ggf. Begründung, wieso Schichtenverzeichnisse aus vorhandenen Bohrungen nicht beschafft wurden; Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Schichtenverzeichnisse, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden

2.3.1.2 Darstellung und Diskussion der Schichtenverzeichnisse

Darstellung der Daten in geeigneter Form; Diskussion der Schichtenverzeichnisse und Neubewertung falls erforderlich (z. B. Anpassung an aktuelle stratigraphische Gliederung, Darstellung von Unsicherheiten etc.)

2.3.2 Geophysikalische Bohrlochmessungen aus Tiefbohrungen

2.3.2.1 Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung von geophysikalischen Bohrlochmessungen

analog zu Abschnitt 2.3.1.1; zusätzlich Processing der Bohrloch-Logs, sofern dieses im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurde

2.3.2.2 Darstellung und Diskussion der geophysikalischen Bohrlochmessungen

Darstellung der Daten in geeigneter Form, Diskussion und Neubewertung insbesondere hinsichtlich Lithologie, petrophysikalischer Eigenschaften und Fluidinhalt

2.3.3 Hydraulische Testmessungen aus Tiefbohrungen

2.3.3.1 Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung von hydraulischen Testdaten

analog zu Abschnitt 2.3.1.1

2.3.3.2 Darstellung und Diskussion der hydraulischen Testdaten

Darstellung, Beschreibung, ggf. Auswertung und Diskussion der Testdaten

2.3.4 Fluidanalysen aus Tiefbohrungen

2.3.4.1 Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung von Fluidanalysen

analog zu Abschnitt 2.3.1.1

2.3.4.2 Darstellung und Diskussion der Fluidanalysen

insbesondere Bewertung hinsichtlich der Risiken von Korrosion und Ausfällungen in der technischen Anlage bzw. im Reservoir während des geplanten Anlagenbetriebs sowie hinsichtlich gesundheitsgefährdender und radioaktiver Inhaltsstoffe

2.3.5 Fazielle, petrographische, geochemische und petrophysikalische Daten von Bohrkernen

2.3.5.1 Auswahl, Beschaffung und Aufbereitung von Bohrkerndaten

analog zu Abschnitt 2.3.1.1; zusätzlich ggf. Beschreibung der ergänzenden Datenerhebung im Kernlager (Kernaufnahme) und der ergänzenden Untersuchungen am Kernmaterial

2.3.5.2 Darstellung und Diskussion der Bohrkerndaten

insbesondere Neubewertung vorhandener und neu erhobener Daten hinsichtlich Lithofazies, Granulometrie, Mineralbestand, Diagenese (bei Sedimentgesteinen), Geochemie, Poroperm-Eigenschaften, Wär-

meleitfähigkeit und gegebenenfalls geomechanischen Eigenschaften (bei vorgesehener hydraulischer Stimulation)

2.4 Recherche und Auswertung von Daten aus flächenhafter geophysikalischer Erkundung

2.4.1 Seismik-Daten

2.4.1.1 Auswahl und Beschaffung von Seismik-Daten

Lageplan aller bekannten Seismik-Linien im Projektgebiet; Auflistung der beschafften Seismik-Sektionen (die beschafften Sektionen müssen im Lageplan erkenntlich sein); Nennung der Dateneigentümer; Erläuterung der Art der Beschaffung (z. B. Ankauf); ggf. Begründung, wieso Sektionen aus vorhandenen Seismik-Linien nicht beschafft wurden

2.4.1.2 Aufbereitung und Reprocessing der Seismik-Daten

Beschreibung von Digitalisierung oder anderweitiger Aufbereitung der Seismik-Daten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden; überblicksartige Kurzbeschreibung des Daten-Reprocessing; Beschreibung und Diskussion des Geschwindigkeitsmodells; ausführlicher Processingbericht kann als Anlage beigelegt werden

2.4.1.3 Neuinterpretation der Seismik-Daten

insbesondere Neuinterpretation und Diskussion hinsichtlich strukturellem Bau, Raumlage von Störungen, Stratigraphie, Diskordanzen, sowie Mächtigkeit, Geometrie und seismischen Attributen seismisch fassbarer, potentieller Reservoirkörper

2.4.2 Daten aus sonstigen geophysikalischen Feldmessungen

Darstellung der Auswahl und Beschaffung von Daten aus Gravimetrie-, Magnetik-, Magnetotellurik- oder anderen flächenhaften geophysikalischen Feldmessungen, einschließlich Lageplänen; Neuinterpretation der Daten; Darstellung in separaten Unterkapiteln (analog zu Abschnitt 2.4.1)

2.5 Recherche und Auswertung von Temperaturdaten des tiefen Untergrundes

2.5.1 Temperaturkarten und regionale Temperaturmodelle

Auflistung und ausführliche Diskussion bekannter Temperaturkarten und –modelle des Untergrundes im Projektgebiet

2.5.2 Bohrlochtemperaturen

2.5.2.1 Auswahl und Beschaffung von Bohrlochtemperaturen

analog zu Abschnitt 2.3.1.1

2.5.2.2 Aufbereitung der Bohrlochtemperaturdaten

Beschreibung rechnerischer Korrekturen der Temperaturwerte oder anderweitiger Aufbereitung der Bohrlochtemperaturdaten, sofern diese im Rahmen der Machbarkeitsstudie durchgeführt wurden

2.5.3 Neubewertung der Temperaturdaten

insbesondere Abgleich der regionalen Temperaturmodelle mit den aufbereiteten Bohrlochtemperaturen und Diskussion der Unsicherheiten

3. Eigene Seismik

3.1 Durchführung eigener Seismik-Messungen

übersichtsartige Kurzbeschreibung der Feldmessungen mit Benennung der beteiligten Firmen, Lageplänen der gemessenen Linien sowie der Schuss- und Aufnehmerpunkte und Beschreibung der verwendeten seismischen Quellen; ausführlicher Messbericht kann als Anlage beigelegt werden

3.2 Processing der eigenen Seismik-Daten

übersichtsartige Kurzbeschreibung des Daten-Processing; Beschreibung und Diskussion des Geschwindigkeitsmodells; ausführlicher Processingbericht kann als Anlage beigelegt werden

3.3 Interpretation der eigenen Seismik-Daten

insbesondere hinsichtlich strukturellem Bau, Raumlage von Störungen, Stratigraphie, Diskordanzen, sowie Mächtigkeit, Geometrie und seismischen Attributen seismisch fassbarer, potentieller Reservoirkörper

4. Geologisches 3D-Modell

Erstellung eines geologischen 3D-Modells, das unter Einbeziehung der neu gewonnenen Daten Aussagen zum strukturellen und stratigraphischen Bau, zu Lage, Mächtigkeit, Geometrie, lateraler Ausdehnung, Fazies, petrophysikalischen Eigenschaften etc. einzelner Reservoirkörper, sowie zu Raumlage, Geometrie und hydraulischen Eigenschaften der Trennflächengefüge (Störungs-/Kluftsysteme) enthält

5. Entwicklung möglicher Nutzungskonzepte

5.1 Mögliche Erschließungstechnologien

Empfehlung möglicher Erschließungstechnologien (z. B. Erdwärmesonde, hydrothermales System, Enhanced Geothermal System, ...), die für das geplante Projekt sinnvoll erscheinen, mit Begründung

5.2 Mögliche Zielhorizonte für ein offenes geothermisches System

Benennung möglicher Zielhorizonte für ein offenes geothermisches System; Einschätzung der darin erwarteten hydraulischen Eigenschaften und Temperaturen

5.3 Konzept für den Reservoiraufschluss

Empfehlung von Maßnahmen zum Reservoiraufschluss, z. B. Anzahl und Lage der Bohrungen, hydraulisches Testkonzept, Ablenkungen des Bohrpfad, Stimulationsmaßnahmen o. ä., mit Begründung

5.4 Entwurf der bohrtechnischen Umsetzung

Empfehlungen zu Bohrverfahren, konkreter Vorschlag zu Bohrlochausbau und Verrohrungsschema, mit Begründung

5.5 Konzept für die energetische Verwertung

Abschätzung der gewinnbaren Leistung (thermisch/elektrisch); Beschreibung der Anforderungen an geeignete Thermalwasserpumpen in Abhängigkeit der geplanten Nutzungskonzepte; Benennung voraussichtlicher Wärmeabnehmer; Beschreibung des Wärmebedarfs; Empfehlungen zur möglichst effizienten Integration der gewonnenen Erdwärme in das vorhandene Wärmeversorgungskonzept, einschließlich Beschreibung der hierfür erforderlichen Maßnahmen (z. B. Umbau des Heizungssystems, Verwendung von Zusatzheizungen, Verwendung von Wärmepumpen); ggf. Empfehlungen für eine jahreszeitlich begrenzte oder ganzjährige Stromerzeugung

5.6 Langzeitauswirkungen des Anlagenbetriebs auf den Untergrund

Diskussion gekoppelter thermischer, hydraulischer, mechanischer und chemischer Prozesse (THMC-Prozesse), die durch den Anlagenbetrieb im Untergrund zu erwarten sind; Abschätzung der räumlichen Druck- und Temperaturentwicklung im Untergrund unter Berücksichtigung des empfohlenen Erschließungsmodells

5.7 Konzepte zur Anlagenüberwachung

Empfehlung von Messvorrichtungen zur Überwachung der Förderparameter und potenzieller Umweltauswirkungen, insbesondere induzierter Seismizität

6. Wirtschaftlichkeitsanalyse der möglichen Nutzungskonzepte

Insbesondere Abschätzung des Gesamtinvestitionsvolumens, der Gewinnschwelle, der Amortisationsdauer und der Projektrendite; Vorschläge für die Finanzierung unter Berücksichtigung finanzieller Förderungs- und Versicherungsmöglichkeiten

7. Umweltauswirkungen

projektspezifische Diskussion positiver (z. B. CO₂-Einsparung) und eventueller negativer (z. B. induzierte Seismizität, unkontrollierte Stoffausbreitung über und unter Tage, Lärmemission, Veränderung des Mikroklimas durch Abwärme, Flächeninanspruchnahme, visuelle Beeinträchtigung) Umweltauswirkungen, einschließlich möglicher Gegenmaßnahmen

8. Rechtliche Rahmenbedingungen

Benennung relevanter Gesetzesgrundlagen, notwendiger Genehmigungen und zuständiger Behörden für das geplante Vorhaben

9. Diskussion möglicher Risiken

9.1 Geologische und Umweltrisiken

9.1.1 Fündigkeitsrisiko

projektspezifische Diskussion und quantitative Einschätzung

9.1.2 Risiko von Schäden durch negative Umweltauswirkungen

projektspezifische Diskussion und qualitative Einschätzung

9.2 Technische Risiken

9.2.1 Risiko technischer Havarien während der Bohrung

analog 9.1.2

9.2.2 Anlagentechnisches Risiko durch Korrosion und Ausfällungen

analog 9.1.2

9.2.3 Weitere anlagentechnische Risiken, die zu einer unzureichenden Lebensdauer der Anlage führen können

analog 9.1.2

9.3 Wirtschaftliche Risiken

9.3.1 Risiko mangelnder oder nicht dauerhaft ausreichender Energieabnahme

analog 9.1.2

9.3.2 Risiko des Preisverfalls

analog 9.1.2

10. Schlussfolgerungen

Zusammenfassende Bewertung der untersuchten Nutzungskonzepte, insbesondere hinsichtlich ihrer Erfolgsaussichten; Empfehlungen für das weitere Vorgehen