



Homuth, S., Böhner, J., El-Alfy, A., Fischer-Erdsiek, A., Forstner, I., Hollmann, G., Kuchling, S., Meirich, M., Möhring, A., Ritzmann, O., Schönherr, J., Uhde, J.

Neuer DG MK/BVEG Leitfaden zur Bewertung geologischer Risiken von Tiefengeothermie-Projekten

DGK 2024, Potsdam, 22.10.2024

Motivation

Leitfaden zur Standardisierung einer strukturierten geologischen Risikobewertung

- Investitionen und Fördergelder effektiv allokalieren
- Wirtschaftliche Erfolgsquote erhöhen
- Förderprogramme zu rechtfertigen und langfristig zu sichern
- Versicherbarkeit und Finanzierungswerkzeuge zu ermöglichen oder zu erleichtern
- Projekte effektiv und sicher zu planen



**Hochlauf der
Tiefen Geothermie
– heraus aus der
Nische – hin zu
großskaliger
Umsetzung**

Ziel ist eine transparente und übertragbare Anleitung zur Bewertung und Quantifizierung der geologischen Erfolgswahrscheinlichkeit und Variabilität.

Autoren und Adressaten

Autoren repräsentieren ein breites Spektrum relevanter Akteure und sichern Wissenstransfer

Adressaten

Homuth, S.	Deutsche ErdWärme
Böhner, J.	HDI Risk Consulting
El-Alfy, A.	Geo-Energie Suisse
Fischer-Erdsiek, A.	NW Assekuranz
Forstner, I.	BVEG
Hollmann, G.	ONEO
Kuchling, S.	DGMK e.V.
Meirich, M.	neowells
Möhring, A.	NDEWG
Ritzmann, O.	Fraunhofer IEG
Schönherr, J.	ExxonMobil Deutschland
Uhde, J.	geopfalz

Private und Kommunale Geothermieentwickler

Forschungsinstitute

Industrieverbände

Versicherer

Berater

Öl & Gas Firmen

Sämtliche Personen und Institutionen, die mit der Planung und Erschließung tiefer Geothermie befasst sind sowie Versicherer und staatliche Fördermittelgeber

Herausforderungen und Definitionen

Herausforderungen

- Strukturierte Bearbeitung alle relevanten Arbeitsschritte in der Planungs- und Umsetzungsphase
- Geologische Unsicherheiten bleiben bestehen und können nicht vermieden werden!
- Vermeidung eines unsachgemäßen Umgangs oder Ignorieren dieser Unsicherheiten
- Kostendruck

Definitionen

- ✓ Die geologische Erfolgswahrscheinlichkeit (POS_g) definiert quantitativ die Erfolgsaussichten eines technisch (nicht unbedingt wirtschaftlich) erfolgreichen Projektes.
- ✓ Das Produkt der geologischen und der operativen Erfolgswahrscheinlichkeit (POS_o = Bohrungsausführung) beschreibt die technische Erfolgswahrscheinlichkeit $POS_t = POS_g \times POS_o$
- ✓ Die geologischen Parameterverteilungen spiegeln die natürliche Variabilität und damit die begrenzte Vorhersagbarkeit nahezu aller geologischen Parameter, die innerhalb eines funktionierenden geothermischen Systems zu unterschiedlichen Leistungen bzw. Wirtschaftlichkeit führen können, wieder.

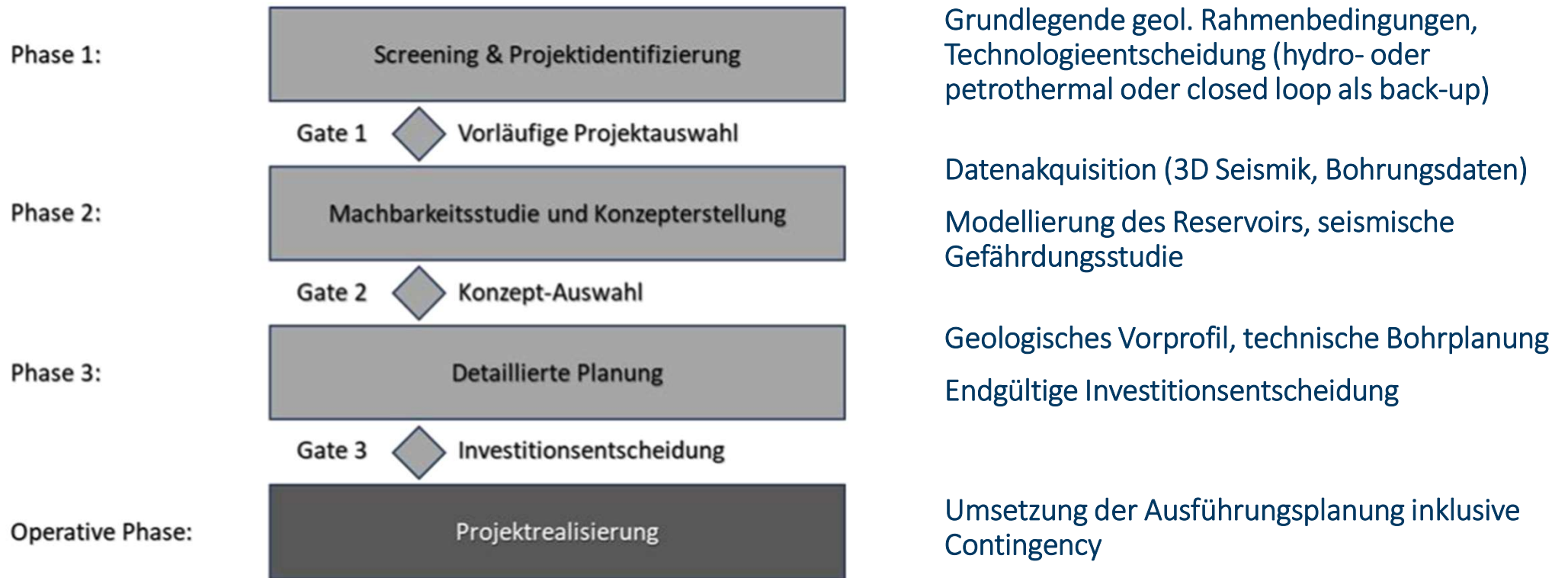


Betrachtete Systeme

Gültigkeit des Leitfadens

- ✓ Allgemein gültiger Bewertungsprozess für Tiefe Geothermie, die Reservoirs in Tiefen von mehr als 400 m nutzt
- ✓ Hydrothermale Systeme: Heißes Thermalwasser wird aus einem zusammenhängenden Reservoir (gut durchlässig/ geklüftete Gesteine) nach oben geführt und abgekühlt wieder zurückgeleitet
- ✓ Geschlossene Systeme: Tiefe Erdwärmesonden, Closed-Loop-Systeme
- ✓ Petrothermale Systeme, EGS
- ✓ Je nach Temperatur- und Förderratenregime ist Erzeugung von Wärme und/oder Strom in lokalen Kraft- bzw. Heizwerken möglich

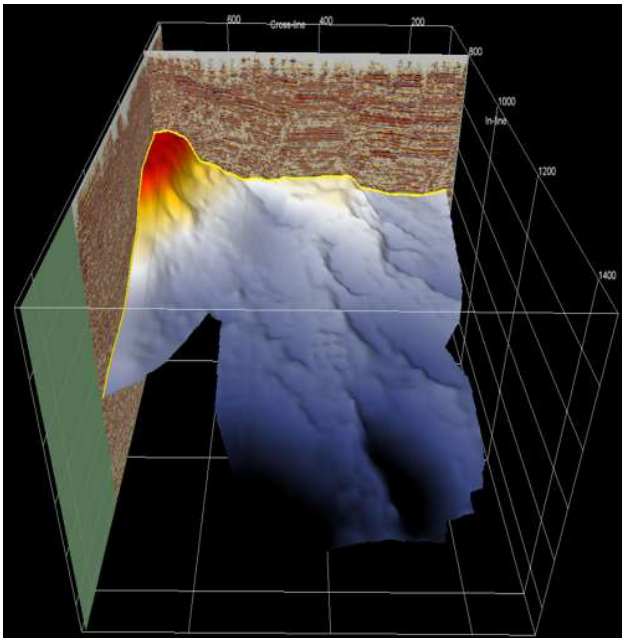
Geothermischer Stage Gate-Prozess



Peer Reviews an Gates: Neutraler Qualitätscheck durch erfahrene Geologen und Ingenieure

Nutzung von 3D-Seismik Daten

- Ausreichende Definition des Untersuchungsgebietes
- Fundiertes Verständnis des Untergrunds nur durch Nutzung von 3D-Seismik Daten möglich (besonders in greenfields).
- Abgeleitete hydraulische und geomechanische Modelle sind nur dann aussagekräftig.



- Störungs- und Strukturinterpretation
- Korrelation von Bohrungsdaten
- Aquiferkartierung
- Verteilung geologischer Parameter
- Dynamische Modellierung: Schüttungsraten, thermischer Durchbruch

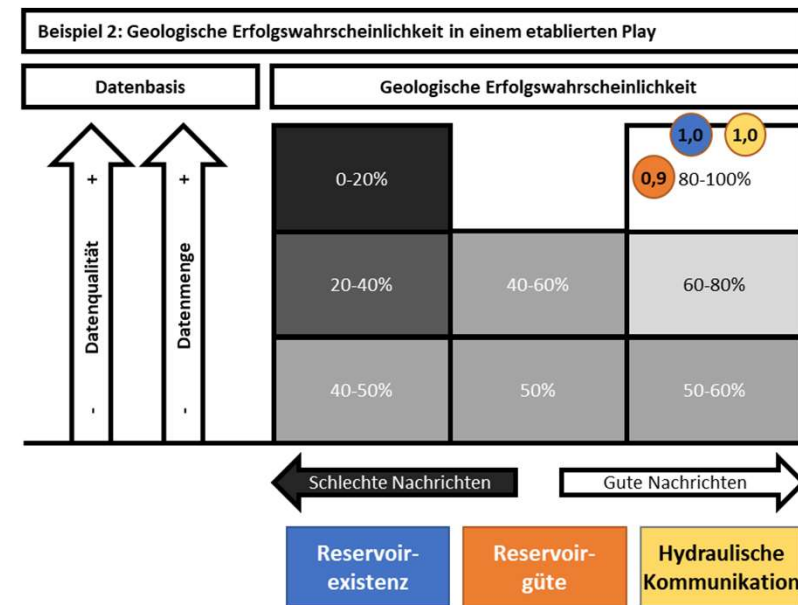
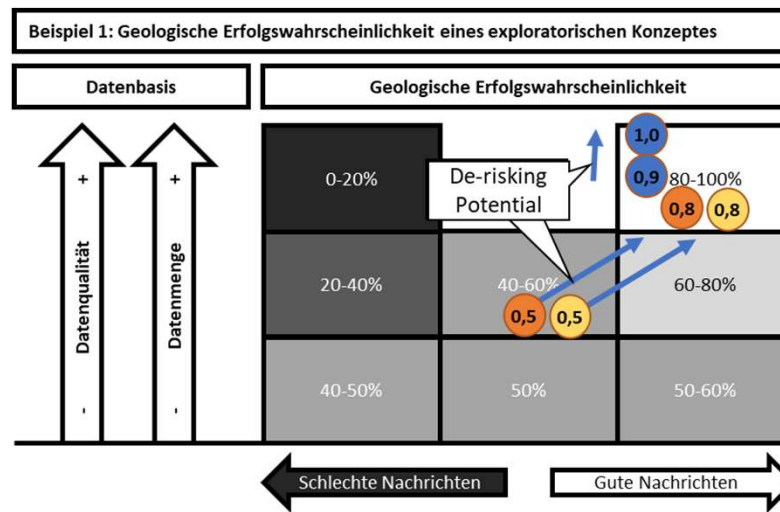
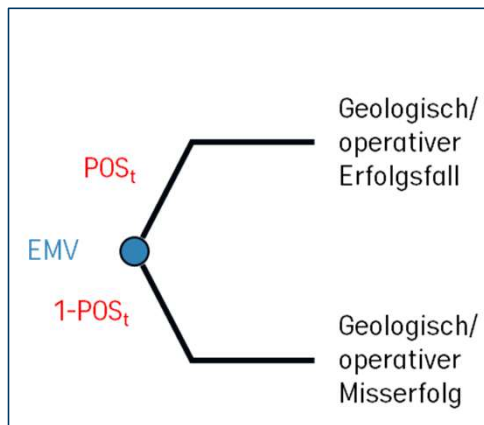


Geologische Erfolgswahrscheinlichkeit

Berechnung der geologischen Erfolgswahrscheinlichkeit POS_g (unterschiedliche Faktoren möglich)

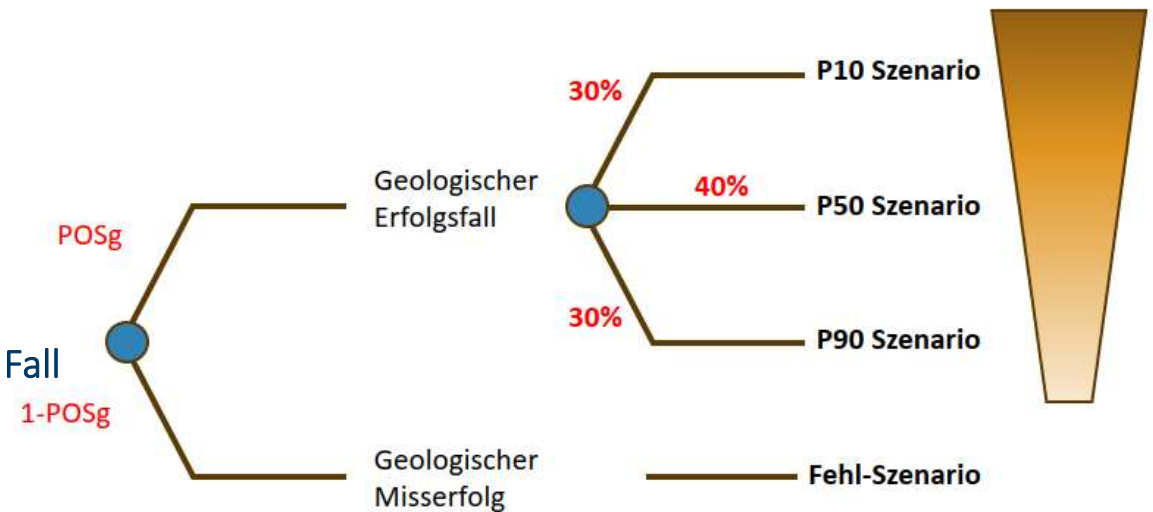
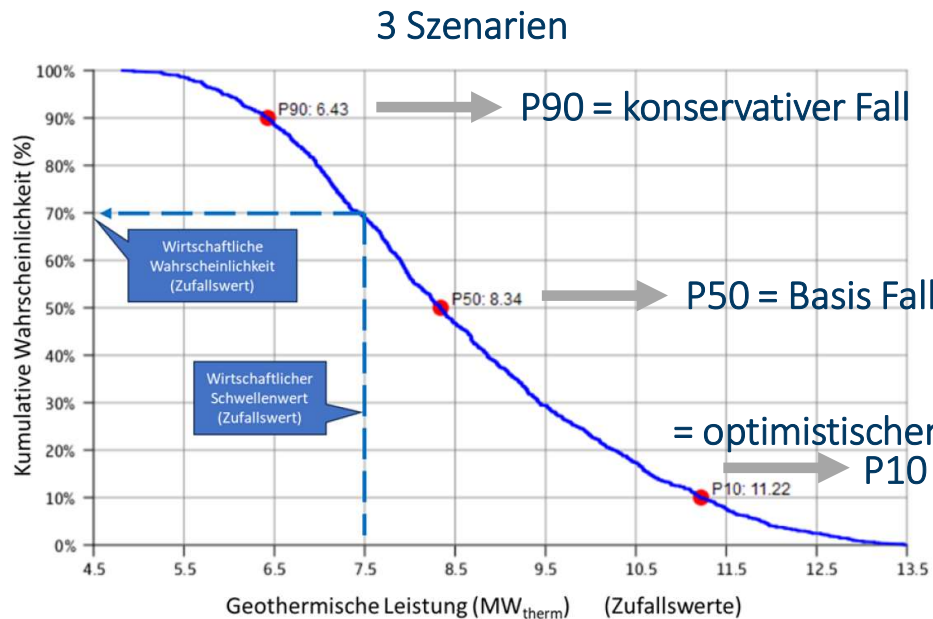
$$\begin{array}{c}
 \text{POS}_g \text{ Geologische} \\
 \text{Erfolgswahrscheinlichkeit}
 \end{array}
 =
 \begin{array}{c}
 \text{POS} \\
 \text{Reservoirexistenz}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{POS} \\
 \text{Reservoirtüte}
 \end{array}
 \times
 \begin{array}{c}
 \text{POS} \\
 \text{Hydraulik}
 \end{array}
 \left(\times \begin{array}{c}
 \text{POS} \\
 \text{Weitere Faktoren}
 \end{array} \right)$$

Poren-/Kluftaquifer
Schüttung
Druckregime
Ausfällungen/Korrosion
oder Seismizität, etc.



Variabilität und Auswahl der Szenarien

Wahrscheinlichkeitsverteilung / Definierte Szenarien anstatt Basisfall-Bewertung



Mathematische Verknüpfung der Inputparameter (abhängig von Datendichte)

Szenarien entscheidend für risikodiskontierte Wahrscheinlichkeitsrechnung und technische Detailplanung

Risikominimierung & Versicherbarkeit



De-Risking durch zusätzliche Daten

- Weitere Datenakquisition kann die Erfolgswahrscheinlichkeit deutlich erhöhen...oder deutlich senken → in beiden Fällen unterstützen sie wirtschaftliche Entscheidungen
- Staatliche Programme zur geologischen Datenerhebung (Seismik, Erkundungsbohrungen) dienen zur Reduktion des Explorationsrisikos
- 3D Seismik ist maßgeblich zur Risikominimierung und zur zielgenauen, effektiven Bohrplanung

Versicherbarkeit und staatliche Unterstützung

- Geologische Unsicherheiten lassen sich analysieren, quantifizieren und minimieren
- Dadurch werden sie versicherbar und/oder staatlich absicherbar/förderbar
- Geologische Unsicherheiten lassen sich jedoch nicht vermeiden
- Gerade Versicherer und staatlicher Akteure benötigen einem Bewertungsstandard und Projekte vergleichbar und Untertage-Risiken beurteilbar zu machen
- Nur so kann eine sinnvolle Investitions- und Förderungs-Steuerung erfolgen

Empfehlungen zum Umgang mit geologischen Unsicherheiten



Risikoteilung und Versicherbarkeit

Bei der Realisierung eines Einzelprojektes oder weniger vollfinanzierter Einzelprojekte kann der Investor im Rahmen der hier vorgestellten Methodik den genannten Unsicherheiten durch eine angepasste Planung begegnen, sie aber nicht vermeiden.

Die wirtschaftlichen Risiken können weiter begrenzt werden wenn bei gleichem Investitionsvolumen Risiken geteilt und gestreut werden:

- Wenn statt vollfinanzierter Einzelprojekte mehrere Projekte mit geringeren Beteiligungen durchgeführt werden (konsortiale Partnerschaften von Stadtwerken/privaten Entwicklern oder Joint Ventures)
- Dieser Ansatz ermöglicht den Aufbau eines Portfolios, in dem Projekte aus unterschiedlichen Plays, mit unterschiedlichen Risikostrukturen kombiniert werden können.
- Innerhalb eines gut diversifizierten Portfolios kann ein weniger gutes (oder fehlgeschlagenes) Projekt kompensiert werden.

Fündigkeitsrisiko und bohrtechnische Risiken können versicherbar sein, sofern eine fundierte geologische Risikobewertung und nachvollziehbare Planungsschritte vorgelegt werden können.

Zusammenfassung

Leitfaden zur standardisierten geologischen Risikobewertung

Leitfaden

Wirtschaftliche Bewertung geologischer Risiken von tiefengeothermischen Projekten

Stand: 08/2024



- ✓ Lenkung von Investitionen, Versicherungen und staatlichen Förderungen:
 - Auswahl der erfolversprechendsten Projekte
 - Vermeidung von Fehlsteuerungen
- ✓ Risikominimierung:
 - Erhebung der relevanten Daten /3D Seismik
 - Erfahrene geologische Bewertungen und Peer Reviews/Wissenstransfer
- ✓ Kostenreduzierung:
 - Erkennen und Minimieren der wesentlichen Risiken
 - Geeignetes Design von Bohrungen und Übertage-Anlagen
- ✓ Portfolio Management:
 - Risikoteilung in Partnerschaften und JVs
 - Risikostreuung über mehrere Projekte

Dank und Ausblick

Leitfaden Veröffentlichung und Zweiter Teil

Mein herzlicher Dank geht an:

- Die Co-Autoren für die intensive und gute Zusammenarbeit
- Deutsche Erdwärme GmbH für die Unterstützung
- Und Ihnen für Ihre Aufmerksamkeit

Der Leitfaden wird nach Einarbeitung der Kommentierung in die finale Fassung überführt und anschließend veröffentlicht.

Der zweite Teil des Leitfadens zur Umsetzung des Risikomanagements in der Planungs- und Ausführungsphase der geothermischen Tiefbohrungen wird demnächst ebenfalls im Graudruck erscheinen. Hier bitten wir auch wieder um Ihre Anmerkungen und Hinweise.

Deutsche
ERDWÄRME