



Vorgehensweise bei der Entwicklung petrothermaler Projekte – von der Standortsuche zur Bohrung

Tagung „Tiefengeothermie in Sachsen“, 24.11.2010
Dresden

Dr. Wolfgang Bauer



Dr. Wolfgang Bauer

Promotion über „Geothermische
Verhältnisse des Fränkischen Beckens“

Seit 1995 in der Geothermie tätig als
Wissenschaftler und Unternehmer

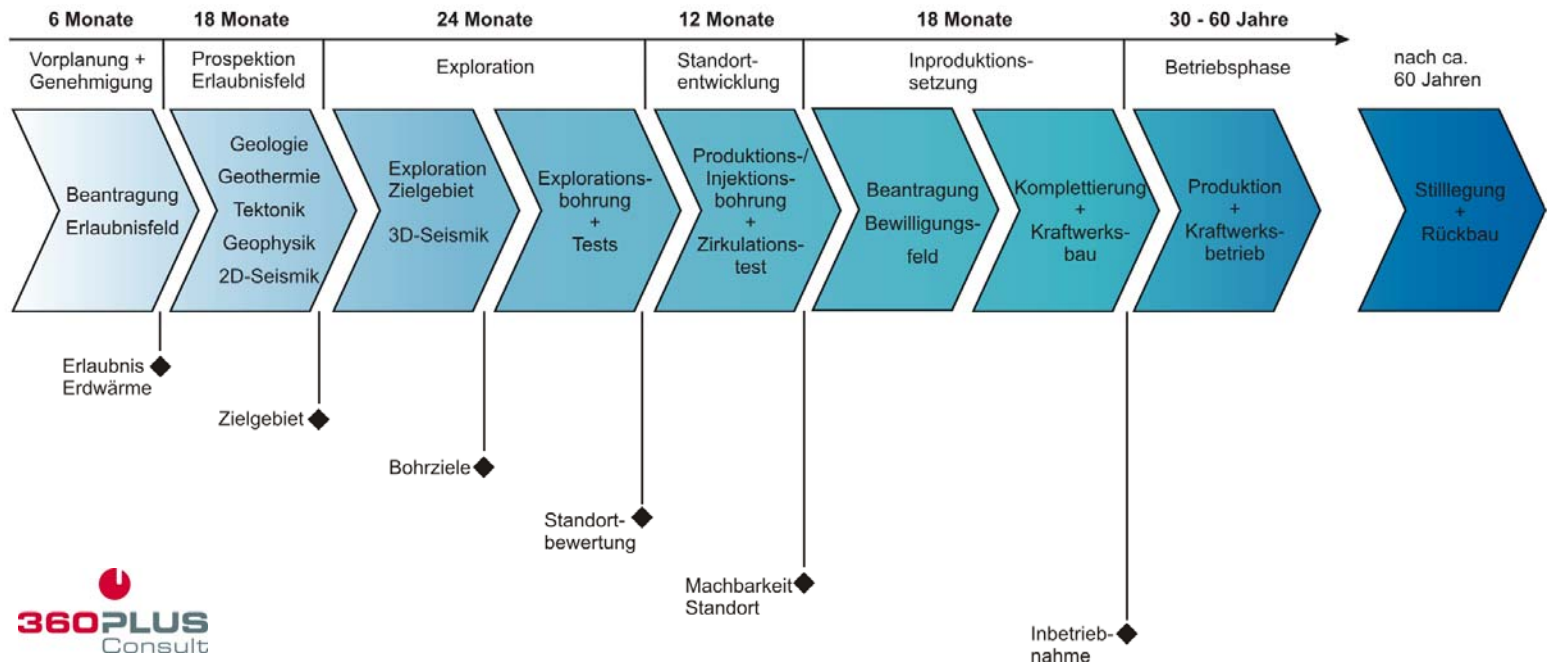
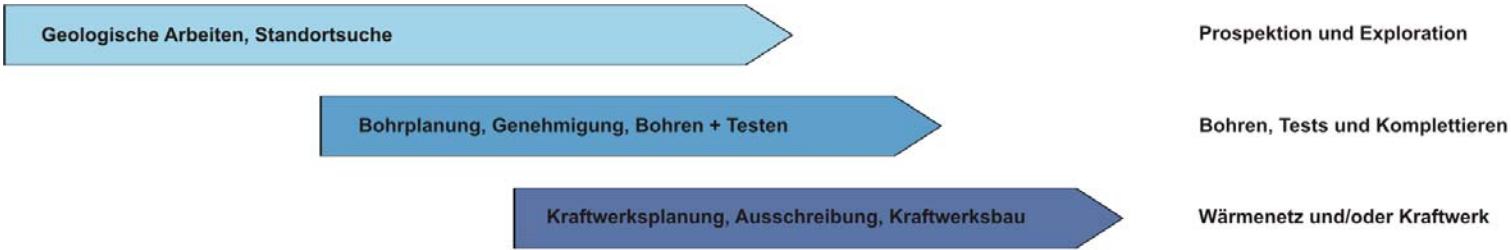


Geschäftsführender Gesellschafter der
360plus Consult GmbH, Karlsruhe




Lehrbeauftragter für Geothermie und
Tiefbohrtechnik am GeoZentrum
Nordbayern (Universität Erlangen-
Nürnberg)

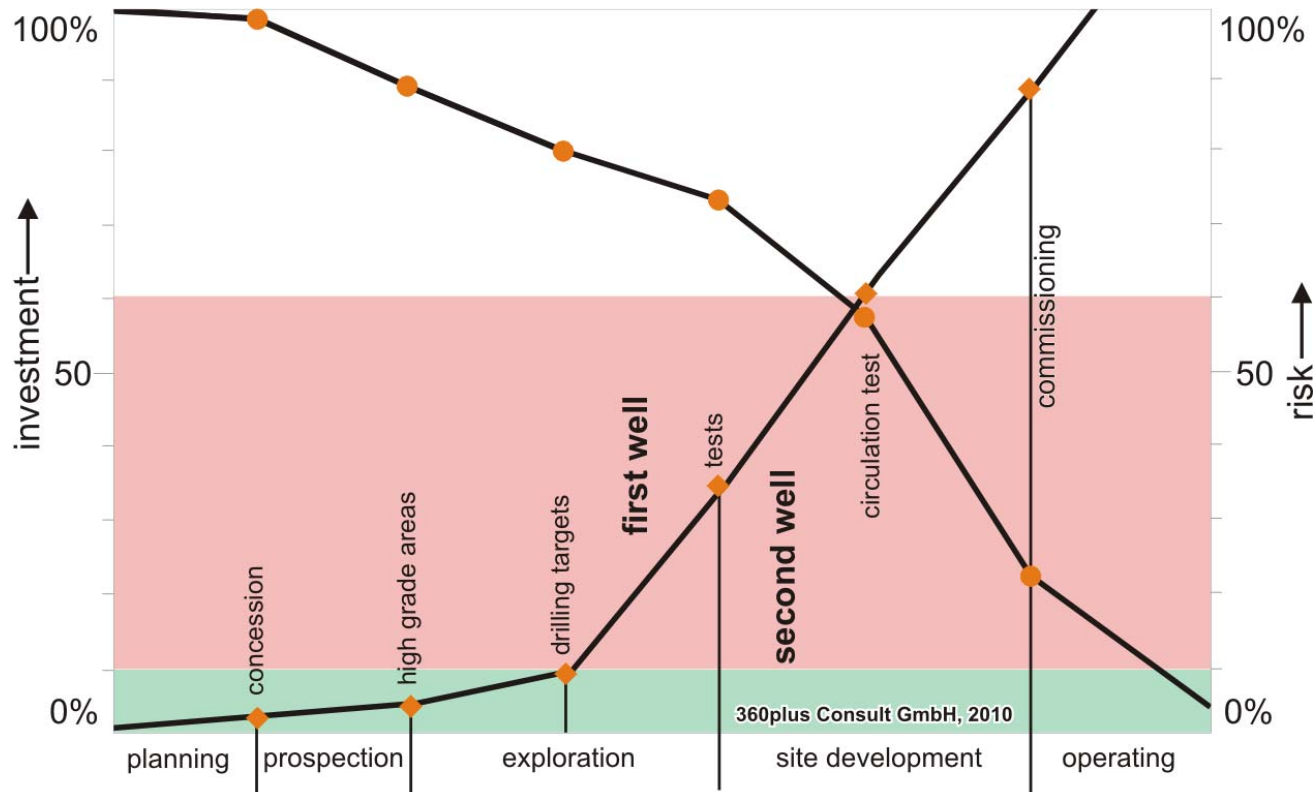
Ablauf eines Geothermieprojektes



Vorgehensweise

Phase	Modul	Leistungs-paket	Inhalt der Leistungspakete	Meilenstein
Vorplanung	1	Basisstudie	übersichtsmäßige Auswertung kostenfrei zugänglicher Daten	 Erlaubnisfeld
	2	Feldantrag	Beantragung einer Aufsuchungserlaubnis	
Prospektion	3	Vorstudie	- Auswertung geologischer Publikationen - Ermittlung nicht publizierter Daten (u. a. Seismik) - Screening der Infrastruktur (Schutzgebiete, Raumordnung)	Prospektionsgebiete
	4	Prospektionsstudie	- Beschaffung und Auswertung eingekaufter Daten (2D-Seismik, Bhrg.) - Synthese der struktureologischen Daten - Klassifikation der Zielgebiete	Zielgebiete
Exploration	5	Explorationsstudie	- Planung, Koordination von 3D-Seismik inkl. Auswertung - Synthese aller geologisch-geothermischen Daten - Festlegung der Bohrziele - Definition der Bohrpfade - Bohrkonzzept und Bohrkosten - Suche nach Standorten	Bohrlandepunkte
	6	Bohrungs- und Testbericht der Exploration	- Detailplanung für Erstbohrung - Vergabeverfahren (Ausschreibung, Bohrvertrag) - Durchführung der Genehmigungsverfahren f. Bhrg. und Bohrplatzbau - Planung, Koordination und Auswertung hydraulischer Tests	Fündigkeit 1. Bohrung
Standortentwicklung	7	Bohrungs- und Testbericht der Standortentwicklung	- Bohrplanung für weitere Bohrungen - Vergabeverfahren (Ausschreibung, Bohrvertrag) - Genehmigungsverfahren f. Bhrg. - Planung, Koordination und Auswertung hydraulischer Tests	Fündigkeit 2. Bohrung

Planung, Prospektion und Exploration sind die wichtigsten Methoden zur Risikominimierung.



Entscheidungen in der Anfangsphase eines Projektes haben den relativ größten Einfluss auf den Erfolg und die Kosten.

Lithologie

Plutonite (Granitoide), Vulkanite

Temperatur

>130°C, möglichst hoch

Sedimentäre Überdeckung

geringe Wärmeleitfähigkeit, hohe Mächtigkeit

Bohrtiefe

3.000 m (max. 5.000 m)

Geothermischer Gradient

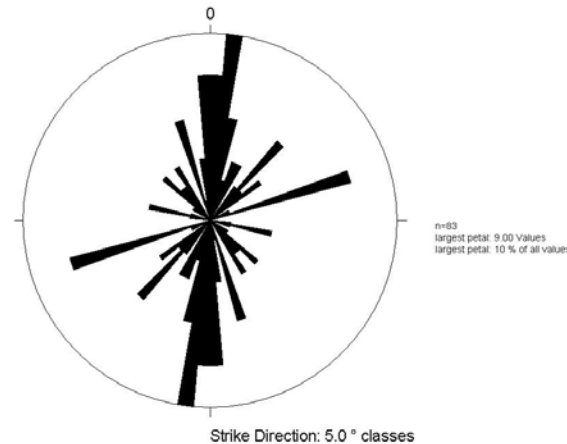
möglichst hoch

Damit sind die Positivkriterien für die Standortsuche definiert.

- Reservoirs bestehen aus Festgesteinen.
- Keine Anzeichen für geothermische Aktivitäten an der Erdoberfläche („hidden reservoirs“)
- Teilweise mächtige sedimentäre Überdeckung.
- Die Menge an verfügbaren Informationen nimmt mit der Tiefe ab:
 - Geophysikalische Daten (z.B. Gravimetrie, Magnetik, Seismik, elektrische und elektromagnetische Verfahren)
 - Bohrungen (punktuelle Daten), enden meist mit Erreichen des Grundgebirges
- Aufschlüsse (Analogien), möglicherweise weit entfernt vom Untersuchungsgebiet und damit nicht repräsentativ

Kluftreservoirie sind komplex und nicht jede Störungszone ist permeabel.

- Klüfte und Störungszone kontrollieren die Bewegung der Fluide im Reservoir.
- Störungszone mit einem +/- parallelen Verlauf zur Richtung der größten Hauptnormalspannung sind präferierte Bewegungsbahnen für Fluide.
- Intensiv geklüftete Reservoirie mit einer guten Vernetzung der Klüfte können hohe Produktionsraten liefern.
- Aktive, extensionale Störungszone erzeugen neue und reaktivieren vorhandene Klüfte.



- Plutonite, Metamorphite und Vulkanite
- Karbonate, Sandsteine
- Natürlich geklüftete Reservoirie (NFS)
- Stimulierte geothermische Systeme (EGS)

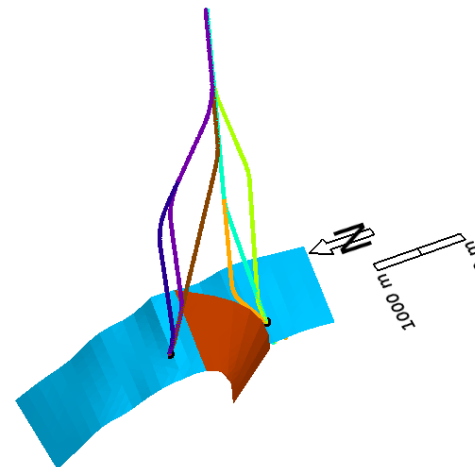
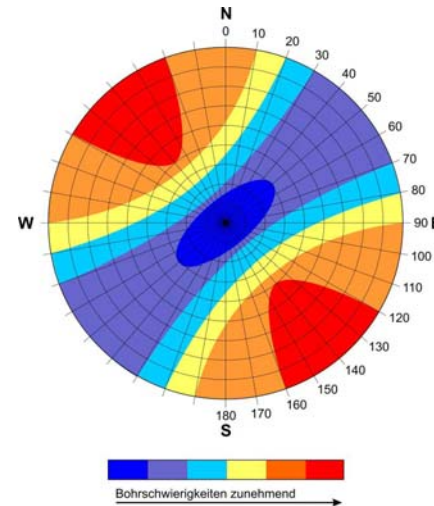
Die Kenntnis des regionalen Stressfeldes ist ein Schlüsselfaktor für Exploration und Bohrung.

Die Analyse des regionalen Stressfeldes liefert Informationen über:

- Orientierung der Hauptstressrichtungen
- Tektonisches Regime
- Kritisch gestresste Störungen
- Offene Störungen und Klüfte

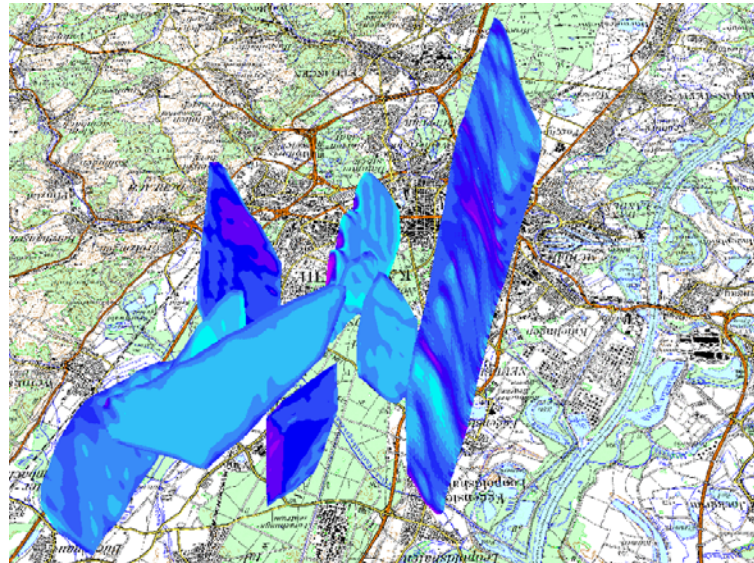
Optimierung der Bohrpfade:

- Spannungsfeld im bohrlochnahen Bereich
- Verbesserung der Bohrlochstabilität
- Maximale Anzahl permeabler Klüfte anbohren



Die Permeabilität von Störungszonen wird primär durch ihre Orientierung zum Stressfeld (Streichen und Einfallen) beeinflusst. Weitere Faktoren sind:

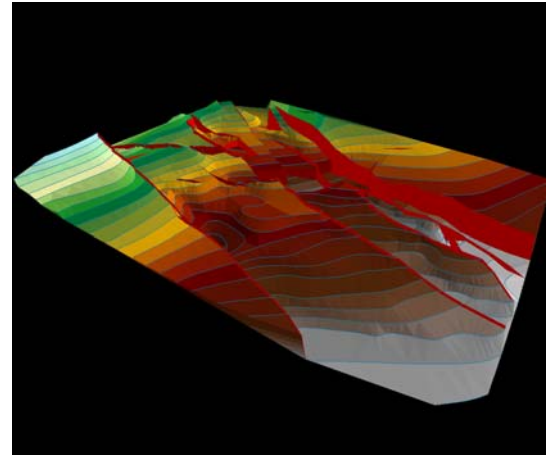
- Slip- and dilation tendency
- Fault seal
- Shale gauge ratio



Softwarebasierte, tiefenabhängige Berechnung von Slip- and dilation tendency.

Das Verständnis des Reservoirs ist ein Schlüsselfaktor für den Erfolg von Bohrungen.

- Integration geologischer und geophysikalischer Daten in ein 3D Modell.
- Geomechanische Modellierung der Störungskinematik (numerisch) mit ANSYS und Co.
- Modellierung des Kluftnetzes.
- Festlegung von Bohrzielen.
- Identifikation hochpermeabler Zonen im Reservoir.



Ein erfolgreiches Projekt beginnt mit der Suche nach dem richtigen Standort.

- Erfolg ist das Ergebnis richtiger Entscheidungen.
Richtige Entscheidungen basieren auf zuverlässigen Informationen.
- Geologie, Bohrung und Reservoir, also die untertägigen Bereiche, enthalten die größten Unsicherheiten in einem Geothermieprojekt.
- Den größten Einfluss auf die Reduzierung von Kosten hat eine bessere Kenntnis des Untergrundes.
Investitionen in Exploration und Planung senken das Risiko signifikant.
- Der Grundstein für den Projekterfolg wird somit in der Prospektions- und Explorationsphase gelegt.



360plus Consult GmbH
Bahnhofstrasse 46
76137 Karlsruhe
Germany
+49 7 21 - 46 46 39 - 0

www.360plusconsult.de