



Schweizerische Eidgenossenschaft
Confédération suisse
Confederazione Svizzera
Confederaziun svizra

Eidgenössisches Departement für
Umwelt, Verkehr, Energie und Kommunikation UVEK
Bundesamt für Energie BFE

Schlussbericht , 4. August 2009

Betriebs- und Trägerschaftskonzept für eine Explorationsgesellschaft der tiefen Geo- thermie

Auftraggeber:

Bundesamt für Energie BFE
Forschungsprogramm Geothermie
CH-3003 Bern
www.bfe.admin.ch

Auftragnehmer:

BHP - Hanser und Partner AG
Lagerstrasse 33
Postfach 3167
CH-8021 Zürich
www.hanserconsulting.ch

Autoren:

Urs Keiser, BHP - Hanser und Partner AG, u.keiser@hanserconsulting.ch
René Goetz, BHP - Hanser und Partner AG
Rose Christine Gloor, BHP - Hanser und Partner AG

BFE-Bereichsleiter: Gunter Siddiqi

BFE-Programmleiter: Rudolf Minder

BFE-Vertrags- und Projektnummer: 153'748 / 102'924

Für den Inhalt und die Schlussfolgerungen sind ausschliesslich die Autoren dieses Berichts verantwortlich.



„Betriebs- und Trägerschaftskonzept für eine Explorationsgesellschaft der tiefen Geothermie“

Bericht im Auftrag des Bundesamtes für Energie, Bern

René Goetz, Betr. oek. FH, Mitglied der Geschäftsleitung

Urs Keiser, Lic. phil. / M.B.A., Projektleiter

Rose Christine Gloor, Betr. oek. FH, Beraterin

Zürich, 4. August 2009

info@hanserconsulting.ch
www.hanserconsulting.ch

| Lagerstrasse 33

| Postfach 3167

| CH-8021 Zürich

Telefon +4144 299 95 11

Telefax +4144 299 95 10

1. Ausgangslage und Ziel des Berichts
2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation
3. Organisation und Management von Explorationsprojekten
4. Investitionskosten und Rentabilität
5. Finanzierung von Projekten
6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept
7. Handlungsbedarf
8. Vorschlag für das weitere Vorgehen

Anlage

- I. Fallbeispiel Landau, Deutschland
- II. Fallbeispiel Unterhaching, Deutschland
- III. Details zu Investitionskosten (Fallbeispiel)
- IV. Glossar

1. Ausgangslage und Ziel des Berichts (1/3)



Vorbemerkung

- Die Inhalte des vorliegenden Dokuments wurde in einem iterativen Prozess unter Einbezug von Repräsentanten der gesamten Wertschöpfungskette von Projekten der tiefen Geothermie im Zeitraum von Januar bis Juli 2009 entwickelt.
- Dabei wurden Gespräche u.a. mit folgenden Personen geführt:
 - Dr. Jörg Baumgärtner, BESTEC GmbH
 - Hr. Stefan Berli, Xenofor AG
 - Dr. Peter Burri, Oil and Gas Consulting
 - Hr. Claus Chur, KCA Deutag Drilling GmbH
 - Hr. Georg Dubacher, Elektrizitätswerke der Stadt Zürich
 - Hr. Willy Gehrler, Power Systems, Siemens Schweiz AG
 - Hr. Martin Geisinger, Geothermie Unterhaching GmbH & Co KG
 - Dr. Markus Häring, Geothermal Explorers LTD
 - Hr. Peter Hauffe, Pfalzwerke
 - Hr. Marco Huwiler, sgws St. Galler Stadtwerke
 - Hr. Clyde Iselin, Export Finance, UBS AG
 - Dr. Rudolf Minder, Bundesamt für Energie
 - Hr. Niklaus Scheerer, Structured & Corporate Finance, UBS AG
 - Dr. Gunter Siddiqi, Bundesamt für Energie
 - Hr. Martin Steiger, Energiedienste Holding AG
 - Hr. Christian Unternährer, Structured & Corporate Finance, UBS AG
 - Dr. Roland Wyss, geothermie.ch
- Anlässlich von mehreren Workshops wurden die gewonnenen Erkenntnisse und Schlussfolgerungen mit Dr. Gunter Siddiqi und Dr. Rudolf Minder diskutiert und plausibilisiert.

1. Ausgangslage und Ziel des Berichts (2/3)



Potenzial und
Herausforderung
der tiefen
Geothermie

- Nach heutigem Wissensstand haben geothermische Kraftwerke das Potenzial, einen substanziellen Beitrag zur zukünftigen Energieversorgung in der Schweiz zu leisten. Der vermehrte Einsatz von Geothermieranlagen trägt zudem dazu bei, die Konzentration von Treibhausgasen in der Atmosphäre zu reduzieren.
- Ein wichtiger Vorteil der tiefen Geothermie (wie auch der Wasserkraft) im Vergleich zu anderen erneuerbaren Energien ist die Bereitstellung von - für die Energieversorgung in der Schweiz wichtigen - Bandenergie. Andere erneuerbare Energien wie zum Beispiel Windkraft und Photovoltaik haben gegenüber der Geothermie den Nachteil, dass die Energieproduktion stochastisch (wetterabhängig) verläuft, d.h. die Versorgungsleistung ist variabel und schwierig planbar.
- Unsicherheiten bezüglich Standorteignung, die hohen Bohrkosten und das Fündigkeitsrisiko sind jedoch wichtige Gründe dafür, dass potenzielle Investoren - trotz der kostendeckenden Einspeisevergütungen für Elektrizität (kEV) und der Risikogarantie des Bundes für Explorationsprojekte – zögern, in die Entwicklung geothermischer Kraftwerke zu investieren.
- Zur Erhöhung der Planungssicherheit respektive zur Optimierung des Risikoprofils von Geothermieprojekten ist es deshalb wichtig, mehrere Tiefenbohrungen an geeigneten Standorten durchzuführen. Nur so ist es möglich, kostenwirksame Lerneffekte bei den Bohrungen zu erzielen und bessere Kenntnisse über die Beschaffenheit des Untergrunds zu gewinnen.
- Die Komplexität von Tiefenbohrungen stellt hohe technische, organisatorische und finanzielle Anforderungen an die mit einem Explorationsvorhaben betrauten Organisationen.

1. Ausgangslage und Ziel des Berichts (3/3)



Auftrag und Zielsetzung

- BHP- Hanser und Partner AG (BHP) haben vom Bundesamt für Energie den Auftrag erhalten, ein Betriebs- und Trägerschaftskonzept (inkl. Überlegungen zur Finanzierung) für eine in der Schweiz tätige Explorationsgesellschaft zu skizzieren.
- Ziel der Explorationsgesellschaft ist es, über ein effektives und effizientes Projektmanagement die mit der Explorationsphase verbundenen Risiken und Kosten zu reduzieren und damit für privatwirtschaftliche Organisationen und subsidiär für öffentlich-rechtliche Körperschaften Anreize zu schaffen, vermehrt in geothermische Projekte zu investieren.
- Um einen freien Informationsfluss bezüglich Meinungen und Ansichten zu erlangen, wurde in Absprache mit dem Auftraggeber auf das Erstellen eines Quellenverzeichnisses verzichtet.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (1/8)



Geologie in der
Schweiz /
Geothermische
Verfahren

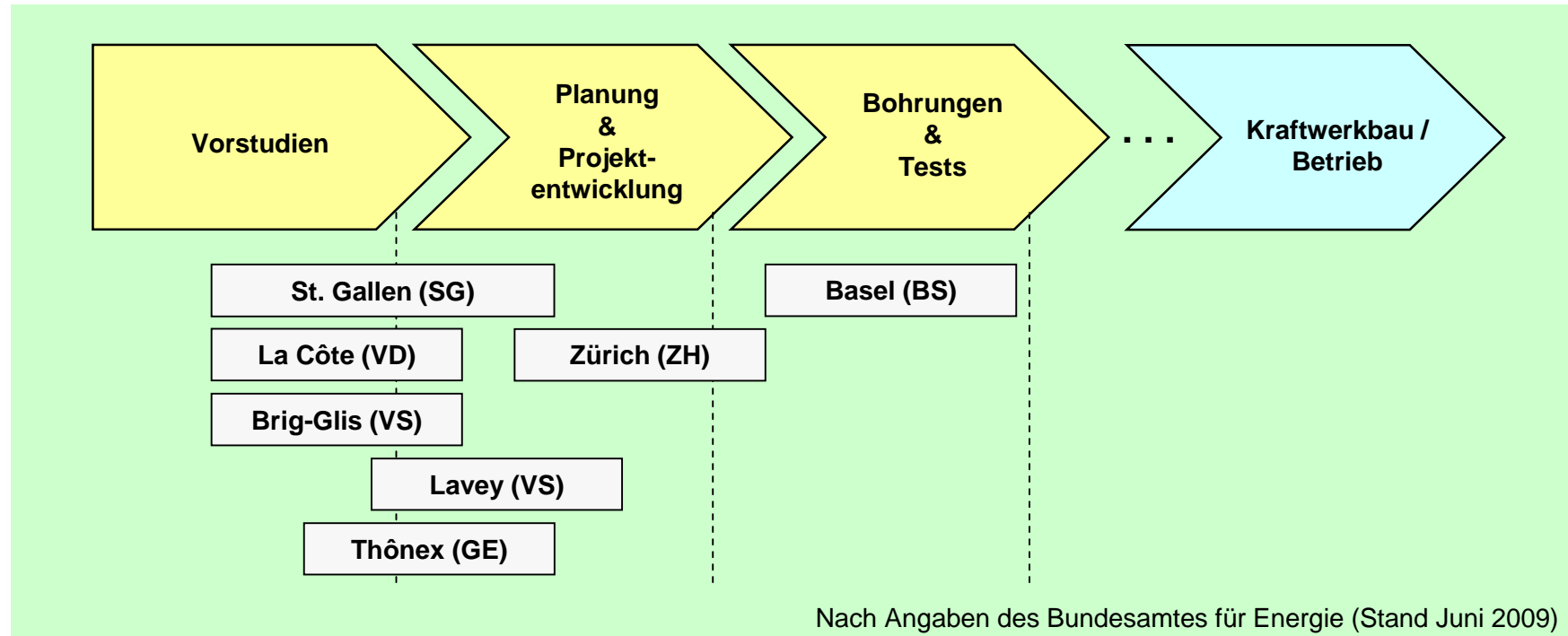
- Die Schweiz hat im Vergleich zu anderen Ländern eine kaum entwickelte Tradition des Bergbaus sowie der Öl- und Gasproduktion. Der Untergrund ist deshalb wenig erforscht. Die Lokalisierung von geeigneten Standorten für geothermische Anlagen ist entsprechend aufwändig.
- Im nahen Ausland wurden in den letzten Jahren verschiedene hydrothermale Geothermieprojekte realisiert (u.a. in Landau und in Unterhaching). Die technischen Verfahren zur Erschliessung der hydrothermalen Lagerstätten (Thermalwasservorkommen) sind vergleichsweise gut entwickelt. Das Risiko von gefährdenden seismischen Erschütterungen ist gering. Die im Ausland realisierten Projekte haben Referenzfunktion für die Realisierung von Geothermieprojekten in der Schweiz. „Lessons learnt“ aus diesen Projekten geben wichtige Inputs für die Konzeption und Realisierung von hydrothermalen Projekten in der Schweiz.
- Das „Hot-Dry-Rock“-Verfahren ermöglicht es, über hydraulische Stimulationen ein vergleichsweise hohes wirtschaftlich nutzbares Potenzial an Wärme und Strom an Standorten ohne natürliche Thermalwasservorkommen zu erschliessen. „Hot-Dry-Rock“-Projekte sind deshalb unabhängiger vom Untergrund und können fast überall realisiert werden. Die Entwicklung der Explorationsverfahren ist weit fortgeschritten, aber noch nicht abschliessend ausgereift. Die Technik der hydraulischen Stimulation wird im Bedarfsfall auch bei hydrothermalen Projekten eingesetzt, u.a. in Landau (Deutschland) und in Lardarello (Italien), ist aber auch nicht frei von Risiken (spürbare induzierte Seismizität).
- In der Schweiz gibt es drei Gebiete, die sich für hydrothermale Projekte grundsätzlich eignen (vorwiegend dort, wo thermale Wasser zu Tage treten): Raum von St. Gallen über Zürich nach Genf / Grossraum Basel / Rhonetal von Brig über Lavey-les-Bains bis Genf.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (2/8)



Geothermie-
projekte in der
Schweiz

- Bei den derzeit laufenden Explorationsprojekten in der Schweiz handelt es sich mit Ausnahme des Projektes in Basel um hydrothermale Projekte. Sie befinden sich allesamt in der Planungsphase und die bisher investierten Mittel pro Projekt sind vergleichsweise bescheiden (< 10% der Kosten für ein Explorationsprojekt).



- Die Vorgehensweise der einzelnen Projekte ist unterschiedlich, was nur eine ungefähre Einschätzung zum Entwicklungsstand der Projekte erlaubt. So haben sich die Träger des Stadtzürcher Projekts zum Beispiel entschieden, im Sinne eines Forschungsprojekts bereits in einer relativ frühen Phase eine Tiefenbohrung durchzuführen. Die meisten Projekte streben die Inbetriebnahme eines Geothermiekraftwerks zwischen 2012 und 2013 an.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (3/8)



Förderinstrumente

- Der Erfahrungsaustausch zwischen den Projekten hat derzeit einen bescheidenen Stellenwert und ist mit Ausnahme des vom Bundesamt für Energie organisierten „Round table tiefe Geothermie“ nicht institutionell verankert. Verschiedene Projektträger haben jedoch in der jüngeren Vergangenheit damit begonnen „lessons learnt“ aus Geothermieprojekten im Ausland bei der Projektplanung zu berücksichtigen.
- Swissgrid erhebt in ihrer Funktion als Netzwerkgesellschaft basierend auf dem Energiegesetz einen Zuschlag auf die Übertragungskosten zwecks Auffüllung eines Fonds zur Finanzierung der erneuerbaren Energien (max. 0.6 Rappen pro kWh; derzeit werden 0.45 Rappen pro kWh erhoben).
- Dem Fond stehen für das Jahr 2009 finanzielle Mittel von rund CHF 258 Millionen zur Verfügung. Da die Fondsmittel aufgrund der grossen Nachfrage von Projekten für das Jahr 2009 bereits verplant sind, werden vom Bundesamt für Energie zurzeit Massnahmen zur Erhöhung der finanziellen Mittel für die Folgejahre erarbeitet.
- Die tiefe Geothermie darf für Stromprojekte grundsätzlich maximal 30 Prozent der Fondsmittel beanspruchen. Die Fondsmittel werden dabei einerseits für die **kosten-deckende Einspeisevergütung (kEV)** für Elektrizität aus Geothermiekraftwerken und andererseits für die **Risikodeckung von Explorationsprojekten** eingesetzt. Bisher wurden mangels Projekten resp. Kraftwerken keine Fondsmittel für die tiefe Geothermie verwendet resp. eingeplant.
- Die kEV für Elektrizität ist ein wichtiges Anreizinstrument, damit Energieversorgungsunternehmen (EVU) und andere Investoren in Zukunft vermehrt in Projekte der tiefen Geothermie investieren. Ein Geothermiekraftwerk erhält dadurch planbare, auf dem Leistungsvermögen der Anlage basierende Einnahmen aus der Stromproduktion über einen Zeitraum von 20 Jahren.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (4/8)



Wärmenutzung

- Gemäss Planung sollen im Fond zur Risikodeckung von Explorationsprojekten in den nächsten Jahren finanzielle Mittel im Umfang von CHF 150 Million akkumuliert werden. Ein sich qualifizierendes Projekt erhält vom Bund vor Beginn der Untertagsarbeiten eine Bürgschaft in der Höhe von maximal 50% der Explorationskosten.
- Die Projektträger erhalten dadurch bei ausreichender Eigenkapitalunterlegung die Möglichkeit, ein Darlehen in gleichem Umfang bei einem Finanzierungspartner aufzunehmen. Im Falle der Nicht-Fündigkeit wird die Darlehensschuld oder Teile davon aus dem Risikofonds beglichen.
- Während die kEV für Elektrizität einen sicheren und langfristig planbaren Einnahmestrom für ein Geothermiekraftwerk ermöglicht, besteht beim Absatz der erzeugten Wärmeleistung ein Marktrisiko. Die Abnehmerpreise für geothermisch und aus fossilen Brennstoffen erzeugten Wärme korrelieren eng miteinander. Da davon auszugehen ist, dass die Preise für Erdöl und Erdgas mittel- und langfristig steigen werden, wird dies voraussichtlich auch für Wärme aus der tiefen Geothermie der Fall sein.
- Die Herausforderungen bei der geothermischen Wärme liegen deshalb weniger in der Preisentwicklung als in den teilweise enormen Investitionen für das Erstellen der notwendigen Verteilnetze. Die Investitionskosten für ein Laufmeter Wärmenetz beträgt rund CHF 2'500. Unterhaching, eine Gemeinde mit 24'000 Einwohner, hat zum Beispiel rund CHF 60 Mio. in den Ausbau des Wärmeverteilnetzes investiert.
- Voraussetzungen für die Nutzung der Wärmeleistung eines Geothermiekraftwerks ist deshalb die Verfügbarkeit eines Wärmeverteilnetzes resp. der Bereitschaft einer Gemeinde, in entsprechende Verteilnetze zu investieren.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (5/8)



- Heizsysteme für Erdöl und Erdgas unterliegen zudem vergleichsweise langfristigen Investitionszyklen. Hauseigentümer und Industrieunternehmen sind deshalb trotz zunehmender Umweltsensibilität nur über ein entsprechendes Anreizsystem (u.a. Desinvestitionsbeiträge, tiefere Preise aufgrund der Reduktion von Treibhausgasen) dazu zu bewegen, geothermische Wärme zu beziehen.
- Abnehmerstruktur
 - Die Abnehmerstruktur für Wärme und Strom einer Anlage hat beim betriebswirtschaftlichen Entscheid für oder gegen ein Projekt eine wichtige Bedeutung.
 - Die **direkte Wärmenutzung** (ohne Wärmepumpe) ist bereits bei Temperaturen zwischen 60 und 90 °C wirtschaftlich möglich. Voraussetzung dafür ist jedoch ein Verteilnetz für den Transport der Wärme zum Abnehmer. Im Sinne des Kaskadenprinzips sollten tiefere Temperaturstufen im Sinne einer Restwärmenutzung nach Möglichkeiten von wärmeintensiven Betrieben wie z. B. Gewächshäusern (60-30 °C), Fischzucht (unter 30 °C) genutzt werden, die sich in unmittelbarer Nähe des Kraftwerkes befinden.
 - In Abhängigkeit der Wettbewerbssituation kann die **Stromerzeugung** bereits bei Temperaturen von rund 100 °C wirtschaftlich rentabel betrieben werden (je höher die erzielbare Temperatur, desto besser ist der Wirkungsgrad bei der Stromerzeugung). Aus ökonomischer sowie ökologischer Sicht und bei gegebenem Wärmeverteilstetz sollte die Restwärme auch bei Anlagen, die vornehmlich auf die Stromerzeugung ausgerichtet sind, vermarktet werden.
- Typen von Anlagen
 - Basierend auf der Fließrate und der Fördertemperatur sowie der Abnehmerstruktur gibt es grundsätzlich drei Varianten von geothermischen Anlagen:
 - 1) Reine Wärmeproduktion
 - 2) Reine Stromproduktion
 - 3) Kombination von Strom- und Wärmeproduktion

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (6/8)



Treibhausgas-
Emissionen

- Zwecks Optimierung der Einnahmen eines Kraftwerks sollten nach Möglichkeit Anlagen realisiert werden, die Strom- und Wärmeproduktion kombinieren. Die Anteile der Strom- und Wärmeerzeugung sind dabei an die Witterungsverhältnisse im Jahresverlauf anzupassen. In Abhängigkeit der Kraftwerksleistung könnten Spitzenzeiten allenfalls über ein mit fossilen Brennstoffen betriebenes Heizwerk überbrückt werden. Dabei ist jedoch zu berücksichtigen, dass die KEV und die Risikogarantie des Bundes nur für Stromprojekte gewährt werden.
- Geothermische Kraftwerke belasten die Umwelt hauptsächlich in der Realisierungsphase des Kraftwerks (Energiebedarf für Bohrlocherstellung) und sind deshalb wie andere erneuerbare Energien ein potenziell wichtiges Instrument zur Substitution von Wärme und Strom aus fossilen Energiequellen und damit zur Reduktion der Treibhausgase.
- Die internationale Energieagentur (IEA) schätzt, dass sich die weltweite Produktion von Elektrizität zwischen 2005 bis 2030 verdoppeln wird. Der Anteil der aus fossilen Energien produzierten Elektrizität soll 2030 rund 70% betragen.
- Die international vereinbarten Umweltziele können aufgrund der zentralen Rolle der fossilen Energieträger nur über eine Internalisierung der CO₂-Emissionen erreicht werden (CO₂-Zertifikate, Kosten für die Entsorgung von CO₂). Die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien wird sich deshalb mittelfristig verbessern.

Fehlendes
Bergrecht

- In der Schweiz untersteht die Bewilligung von Explorationsprojekten dem kantonalen Recht und ist in den verschiedenen Kantonen unterschiedlich geregelt.

2. Rahmenbedingungen und aktuelle Situation (7/8)



- In Deutschland wird die Erkundung und die Nutzung von Erdwärme durch das Bundesberggesetz geregelt. Der Bund-Länder-Ausschuss Bergbau hat Kriterien für die Bemessung der Bergbauberechtigung auf Erdwärme definiert, die als Hilfestellung für die Projektträger für den Antrag und als Empfehlung für die Bergbaubehörden für die Vergabe von Erlaubnisfeldern (Explorationsphase) und Bewilligungsfeldern (Betriebsphase) gelten. Die Rechte und Pflichten der Antragsteller sind dadurch transparent festgelegt.
- Die Vergabe von exklusiven Explorations- und Betriebskonzessionen basierend auf überkantonale akzeptierten Kriterien und Bewilligungsverfahren würde die Rechtssicherheit in der Schweiz erhöhen und einen besseren Investitionsschutz schaffen. Die Bereitschaft von privaten Organisationen in die tiefe Geothermie zu investieren, würde dadurch erhöht.
- Im deutschen Bundesland Bayern wurden bisher rund 100 Aufsucherlaubnisse an Projektentwickler vergeben. Branchenkenner gehen davon aus, dass die Aufsuchfelder aus technischer Sicht für die Erschliessung der Erdwärme zu klein sind und mittelfristig eine Konsolidierung notwendig wird.
- Gemäss einem Bericht der Eidgenössischen Geologischen Fachkommission (März 2009) verfügt der australische Gliedstaat Südastralien über ein vorbildliches Bergrecht. Es regelt Explorationsrechte, Nutzungsrechte sowie Abgrenzungen zwischen unterschiedlichen Rohstoffen (Erze, Mineralien, Kohlenwasserstoffe, Wasser). Südastralien verfügt heute über die weltweit grössten Explorationstätigkeit in der tiefen Geothermie.

FAZIT

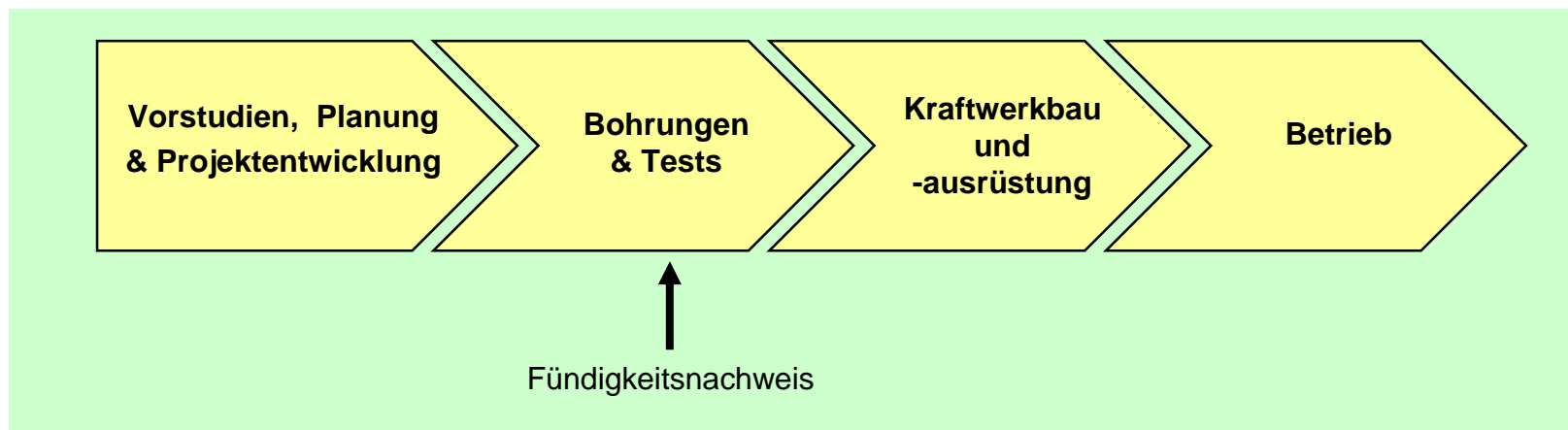
- Die laufenden Projekte der tiefen Geothermie in der Schweiz befinden sich allesamt in der Planungsphase. Die technischen, organisatorischen und finanziellen Herausforderungen der operativen Projektrealisierung stehen den Projekten noch bevor.
- Die Zusammenarbeit zwischen den einzelnen Projekten ist derzeit gering und sollte stärker institutionalisiert werden, um die Erfolgsvoraussetzung der Projekte zu erhöhen. „Lessons learnt“ aus erfolgreich realisierten Projekten im Ausland geben zusätzlich wichtige Inputs für die Konzeption und Realisierung von Projekten in der Schweiz.
- Das vom Bund zur Verfügung gestellte Anreizsystem bildet grundsätzlich eine gute Grundlage zur Förderung der tiefen Geothermie in der Schweiz. Dabei ist zu beachten, dass die kEV und die Risikogarantie des Bundes nur für Stromprojekte gewährt werden.
- Die Nutzung der geothermischen Wärme stellt aufgrund der vergleichsweise hohen Kosten für das Erstellen von Wärmeverteilnetze eine Herausforderung dar. Fehlt ein entsprechendes Verteilnetz in einer Gemeinde, bedarf es der Bereitschaft der öffentlichen Hand, in die entsprechende Infrastruktur zu investieren.
- Das fehlende Bergrecht in der Schweiz ist ein Hinderungsgrund für private Organisationen, in die tiefe Geothermie zu investieren. Die Vergabe von Erlaubnisfeldern sollte an restriktive Qualifikationskriterien gebunden sein und mit Verfallsdaten versehen werden, damit qualifizierte Projektträger optimale Bedingungen für die Realisierung von Explorationsprojekten erhalten.
- Die rasche Realisierung eines Geothermiekraftwerkes hat eine wichtige „Motorenfunktion“ für die weitere Entwicklung der Branche in der Schweiz. Der Fokus sollte aufgrund der standortspezifischen Besonderheiten bei der Wärmeproduktion auf der Stromgewinnung liegen.

3. Organisation und Management von Explorationsprojekten (1/5)



Charakteristika
von Projekten der
tiefen Geothermie

- Die vor einer Bohrung mittels Machbarkeitsstudien indirekt gewonnenen Informationen über die Situation im Untergrund entsprechen v.a. bei Erstprojekten in einer Region einer Modellbetrachtung, die der Realität nur zum Teil standhält.
- Aussagen über Effizienz, Dauerhaftigkeit und Wirtschaftlichkeit einer Geothermieanlage sind abhängig von den hydraulischen und thermischen Eigenschaften des Untergrundes, d.h. die thermische und elektrische Leistung einer Anlage nimmt mit der Fließrate (Liter Wasser pro Sekunde) und der Fördertemperatur zu.
- Der Fündigkeitsnachweis (u.a. Nachweis der prognostizierten Temperatur und Fließrate an einem Standort) kann frühestens nach Vollzug einer ersten Tiefenbohrung erbracht werden. Zum Zeitpunkt des Investitionsentscheids bestehen deshalb Unsicherheiten über die technische und die wirtschaftliche Realisierbarkeit einer Anlage.
- Im ungünstigsten Fall kann der Fündigkeitsnachweis nicht erbracht und die Anlage nicht realisiert werden.

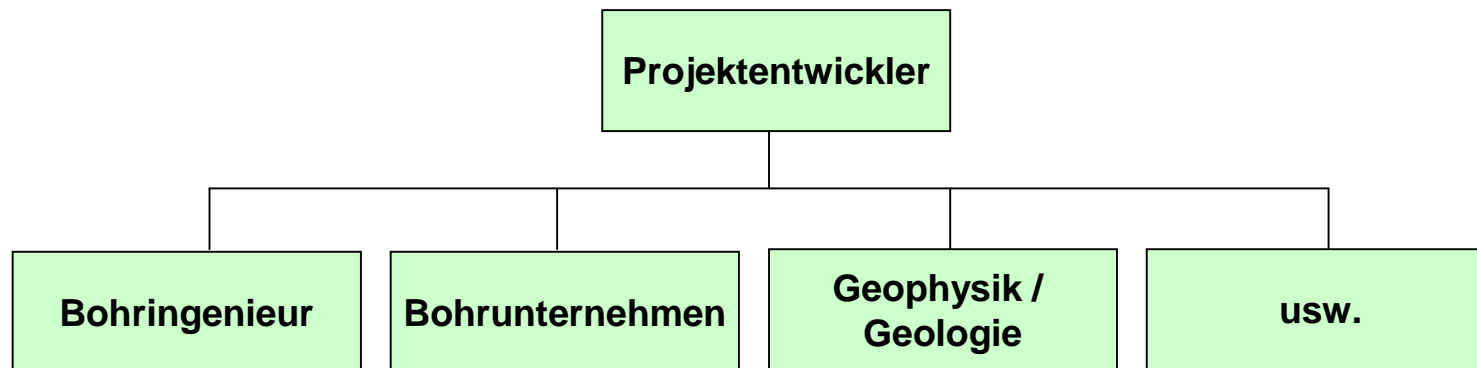


3. Organisation und Management von Explorationsprojekten (2/5)



Arbeitsteilige Organisation

- Explorationsprojekte im Allgemeinen und Bohrungen im Speziellen sind stark arbeitsteilig organisiert (Spezialisten für Geophysik und Geologie, Bohringenieur, Bohrfirma, spezialisierte Firma für Spülungen usw.). In die Explorationsphase des Projektes Landau (Deutschland) waren beispielsweise rund zehn Unternehmen involviert.
- Die Projektentwicklungsgesellschaft ist verantwortlich für das Gesamtprojekt und trägt als Generalunternehmen das finanzielle Risiko der Explorationsphase.
- Neben dem Projektmanagement ist die Projektentwicklungsgesellschaft in erster Linie für die Machbarkeitsstudien und die Bohrplanung verantwortlich. Die übrigen Aufgaben in der Explorationsphase werden meist an Partnerunternehmen vergeben.



3. Organisation und Management von Explorationsprojekten (3/5)



Kritische
Erfolgsfaktoren
eines Projektes

- Erfahrungen aus Projekten in Deutschland zeigen, dass - neben ausreichenden finanziellen Mitteln und den vom Staat bereit gestellten Förderinstrumenten - v.a. folgende Faktoren für den Erfolg eines Projektes entscheidend sind:
 - Vergleichsweise gute Kenntnisse des Untergrundes
 - Nutzen von erprobten Explorationsverfahren
 - Praxiserfahrung bei der Realisierung eines Explorationsprojektes
 - Auf betriebswirtschaftlichen Kriterien basierendes Projektmanagement
- Während das technische Wissen für die Planung eines Projektes (u.a. geologische Vorstudien, technische Machbarkeitsstudien) in der Schweiz verfügbar ist, fehlt das praxiserprobte Know-how in der tiefen Geothermie. Mit Ausnahme des „Deep Heat Mining“-Projektes in Basel konnte bisher kaum praktische Explorationserfahrungen gesammelt werden.

Qualifikation des
Projektteams

- Gemäss Einschätzung von Experten stellen Bohrprojekte in der tiefen Geothermie und in der Erdölindustrie vergleichbare Anforderungen an das Projektteam.
- Das Bohrkonzzept sollte zwingend durch ein interdisziplinär zusammengesetztes und erfahrenes Team von Geologen, Geophysikern, Lagerstättenfachleuten und Bohringenieurern erarbeitet und umgesetzt werden.
- Ein professionelles Projektmanagement, dass in der Lage ist, rasch und gezielt auf unerwartete, nicht planbare Ereignisse zu reagieren, ist eine wichtige Voraussetzung für eine zeit- und kosteneffiziente Projektrealisierung.
- Eine interdisziplinär verankerte Planungskompetenz sowie die praxisbasierte Antizipation von Risiken und deren Management sind deshalb unabdingbare Schlüsselqualifikationen eines Projektteams.

3. Organisation und Management von Explorationsprojekten (4/5)



- Es besteht die Gefahr, dass die im Vergleich zu Erdölprojekten knapperen finanziellen Mittel in der tiefen Geothermie zu Kompromissen bei der Zusammensetzung des Planungsteams und der Wahl der richtigen Partner für die Durchführung der Explorationsbohrungen führen. Folgen dieses Vorgehens sind im schlechtesten Fall ein Scheitern des Projektes oder zumindest erhebliche Mehrkosten und zeitliche Verzögerungen in der Projektabwicklung.

Bohrgesellschaft

- Die Kapitalkosten für eine funktionsfähige Bohranlage betragen durchschnittlich rund CHF 27 Millionen. Eine Anlage wird von einer Bohrmannschaft mit rund 45 Personen in drei Schichten bedient.
- Ziel einer Bohrunternehmung ist es, die Bohranlage permanent zu 80-90% auszulasten. Aufgrund der Kapitalbindung in eine Bohranlage und der hohen Kosten der Verschiebung von Anlage und Personal ist ein Einzelauftrag in der Schweiz für ein Bohrunternehmen wirtschaftlich wenig interessant.
- Aufgrund der arbeitsteiligen Organisation von Explorationsprojekten und der Schlüsselrolle einer gemeinsamen Planung für die Ausführung einer Bohrung ist die Durchführung einer kritischen Anzahl von Projekte mit der gleichen Bohrgesellschaft eine wesentliche Voraussetzung für die Realisierung von kostenwirksamen Lerneffekten. Die gemeinsame Arbeitserfahrung erhöht zudem die Wahrscheinlichkeit der erfolgreichen Durchführung eines Projektes.
- Eine markante Reduktion der Bohrkosten eines Projektes kann deshalb nur über den Abschluss eines langfristigen Vertrags mit einer Bohrgesellschaft für mehrere Projekte in der Schweiz erreicht werden.

FAZIT

- Neben ausreichenden finanziellen Mitteln und den vom Staat bereit gestellten Förderinstrumenten sind v.a. folgende Faktoren für den Erfolg eines Projektes entscheidend:
 - Gute Kenntnisse des Untergrundes
 - Nutzen von erprobten Explorationsverfahren
 - Praxiserfahrung bei der Realisierung eines Explorationsprojektes
 - Auf betriebswirtschaftlichen Kriterien basierendes Projektmanagement
- Über die Bündelung der Kräfte soll ein Kompetenzzentrum für Explorationsprojekte in der Schweiz aufgebaut werden, welches als Nukleus für die Realisierung von Geothermieprojekten dient.
- Im Sinne des Know-how-Transfers soll das Kompetenzzentrum gezielt Kooperationen mit praxiserprobten ausländischen Projektentwicklern eingehen.
- Das Kompetenzzentrum soll über genügend Ressourcen verfügen, um die bereits laufenden und allenfalls weitere Projekte in der Schweiz zu unterstützen respektive um die Funktion einer Generalunternehmung in diesen Projekten zu übernehmen. Bei Bedarf können in einer späteren Phase weitere Projektentwicklungsgesellschaften quasi als Spin-off des Kompetenzzentrums entstehen.
- Ziel ist es, eine Organisation zu schaffen, welche über die kritische Grösse (u.a. Know-how, Anzahl an eine Bohrunternehmung zu vergebende Aufträge, Finanzen) verfügt, um mittelfristig mehrere Explorationsprojekte parallel als Generalunternehmen zu betreuen. Das Kompetenzzentrum soll zudem ein attraktiver Arbeitgeber für talentierte Fachleute sein und so einen Beitrag zur Professionalisierung der Branche in der Schweiz schaffen.

4. Investitionskosten und Rentabilität (1/16)



- Herausforderungen
- Wie in Kapitel 3 eingeleitet, sind Projekte der tiefen Geothermie u.a. mit folgenden Herausforderungen konfrontiert:
 - 1) Die Informationen der Vorstudie eines Erstprojektes in einer Region (Pilotprojekt) entsprechen einer Modellbetrachtung.
 - 2) Zum Zeitpunkt des Investitionsentscheids bestehen vergleichsweise hohe Unsicherheiten über die technische und wirtschaftliche Realisierbarkeit einer geplanten Anlage.
 - 3) Im ungünstigsten Fall kann der Fündigkeitsnachweis in einem Projekt nicht erbracht und das Geothermiekraftwerk nicht realisiert werden.

Fallbeispiel zu
Investitionskosten
und Rentabilität

- Das Fallbeispiel geht von folgenden technischen Annahmen aus:
 - Bohrtiefe: 3'500 m
 - Fördertemperatur: 130 °C; Temperatur Bohrlochkopf : 124 °C
 - Fliessrate: 125 l/s
 - Jahresleistung: 3.6 MW_{elektrisch}

Grundlage: Energiekonversionseffizienz von 12 % auf thermische Leistung von 30 MW_{thermisch}

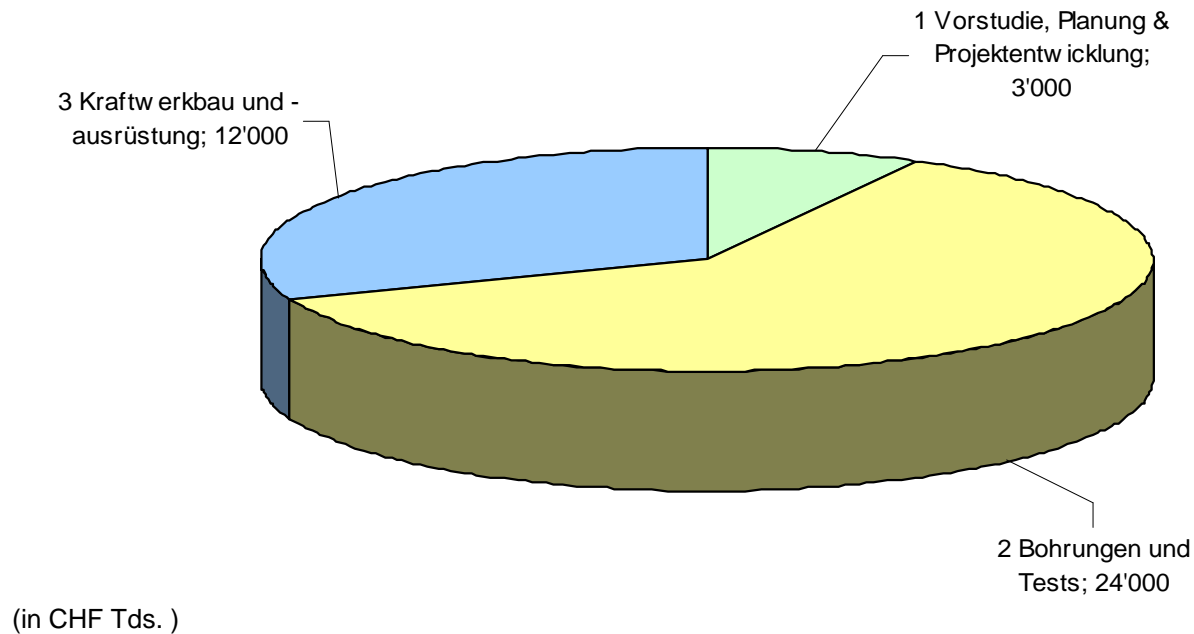
*Angaben zum
Fallbeispiel
(Fortsetzung)*

- Die Rentabilitätsberechnung berücksichtigt aufgrund der standortspezifischen Besonderheiten bei der Wärmeproduktion (u.a. Verfügbarkeit von Wärmeverteilnetzen) nur die für die Stromproduktion notwendigen Anlageinvestitionen sowie die aus dem Betrieb der Anlage resultierenden Einnahmen und Betriebskosten aus der Stromproduktion.
- Neben der Wirtschaftlichkeitsberechnung eines Pilotprojekts wird die Rentabilität eines Folgeprojektes in der gleichen Region berechnet.
- Die Kosten für die Bohrlocherstellung sind für Folgeprojekte in einer Region aufgrund von kostenwirksamen Lerneffekten tiefer als beim Erstprojekt. Abgeleitet von Erfahrungen aus der Erdölindustrie werden folgende Annahmen zur Reduktion der Bohrkosten in Folgeprojekten getroffen (in % der Investitionskosten für Vorstudien und Bohrungen des Erstprojektes):
 - Projekt 2: 15%
 - Projekt 3: 20%
 - Projekt 4 und weitere Projekte: 25%
- Zudem erhöht sich die Wahrscheinlichkeit des Nachweises der Fündigkeit mit der Anzahl der realisierten Projekte in einer Region. Annahme: Pilotprojekt (30%), Projekt 2 (60%), Projekt 3 (70%), Projekt 4 und weitere Projekte (80%).

4. Investitionskosten und Rentabilität (3/16)



Zusammensetzung des Investitionsvolumens (Pilotprojekt)



1 Vorstudie, Planung & Projektentwicklung

Gologische und Technische Vorstudien
Machbarkeitsstudien
Projektkonzeption und Planung

2 Bohrungen & Tests

Bohrmanagement und Bohringenieure
Bohrungen, Tests

3 Kraftwerkbau und -ausrüstung

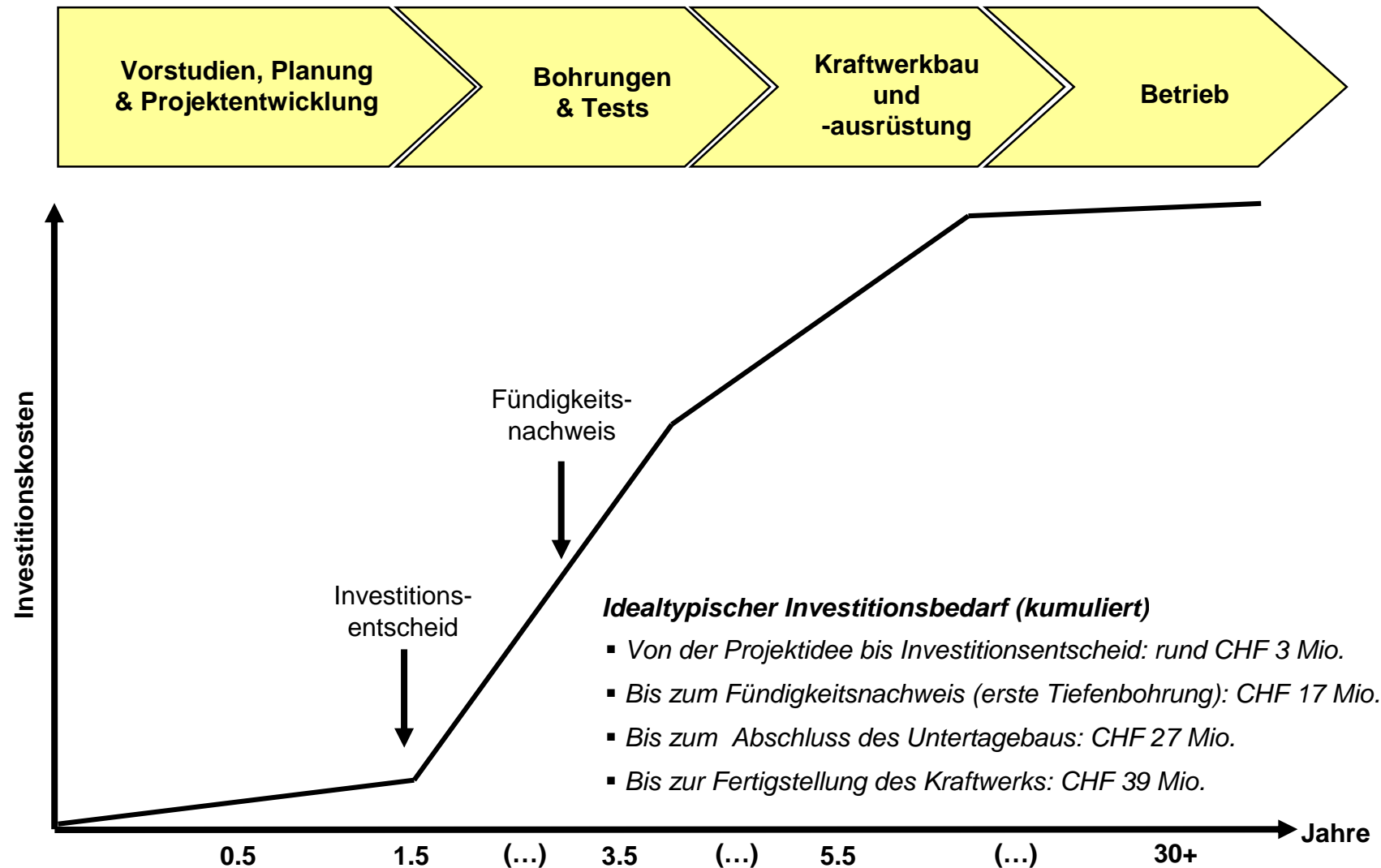
Gebäude
übrige Infrastruktur

Gesamtvolumen: rund 39 Mio.
(exkl. Wärmeverteilnetz)

4. Investitionskosten und Rentabilität (4/16)



Investitionsbedarf im Zeitverlauf (Fallbeispiel)



4. Investitionskosten und Rentabilität (5/16)



- | | |
|-------------------------------|--|
| Kostenkalkulation | <ul style="list-style-type: none">• Die betriebswirtschaftliche Kalkulation eines Geothermiekraftwerks ist vergleichbar mit einem Wasserkraftwerk: Hohe Investitionskosten, geringe Betriebskosten, keine variablen Energiebeschaffungskosten. |
| Kosten der Bohrlocherstellung | <ul style="list-style-type: none">▪ Bei den untertägigen Arbeiten bilden die Kosten für die Bohrlocherstellung den grössten Kostenblock.▪ Neben der Beschaffenheit des Untergrundgesteins und dem geothermischen Temperaturgradienten (je höher der Gradient, desto weniger tief muss gebohrt werden) wird der Investitionsbedarf v.a. über die Kosten für Bohrgeräte und -personal sowie den Stahlbedarf für die Verrohrung beeinflusst. Bohr- und Stahlkosten sind dabei abhängig von der Nachfragesituation und nur bedingt beeinflussbar (es besteht eine direkte Korrelation zwischen der Höhe des Erdöl-/ Erdgaspreises und der Verfügbarkeit respektive den Preisen für Bohrgeräte und -personal).▪ Die nicht beeinflussbaren allfälligen Abweichungen der budgetierten Kosten für die Bohrlocherstellung werden in der Fallstudie nicht berücksichtigt.▪ <i>Vergleiche auch Angaben zum Fallbeispiel, Seite 19.</i> |
| Übertägige Anlagen | <ul style="list-style-type: none">▪ Die Investitionen für die übertägigen Arbeiten beinhalten u.a. die Kraftwerkstechnik zur Stromerzeugung, die Kosten für die Förderpumpe sowie das Gebäude.▪ Für die Nutzung der Wärmeleistung kommen im Bedarfsfall weitere Investitionen in ein Wärmeverteilnetz hinzu. |

4. Investitionskosten und Rentabilität (6/16)



Rentabilität (Fallbeispiel)

Annahmen zum Pilotprojekt

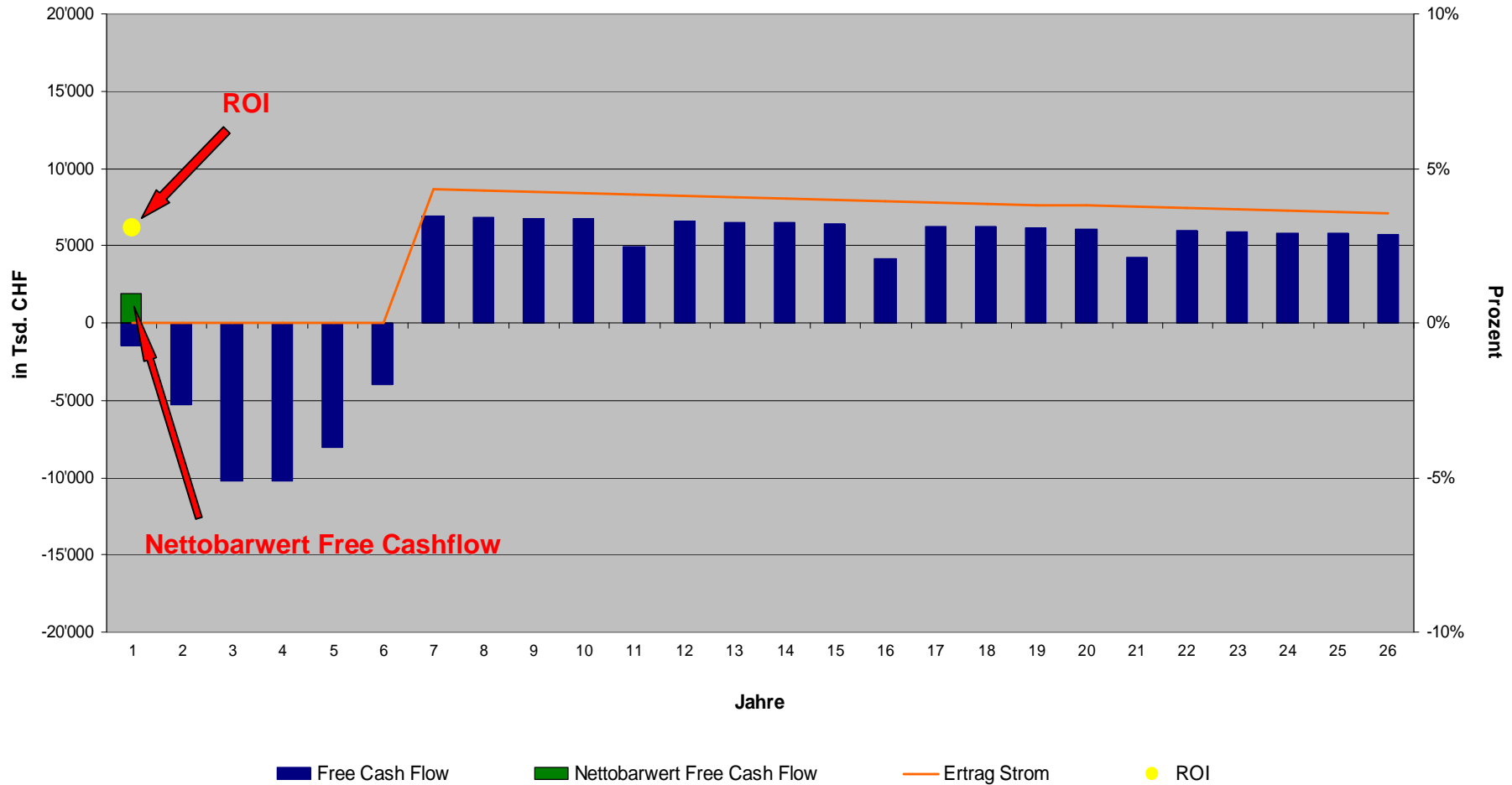
- **Preis/kWh Strom:** CHF 0.3 (gemäss kEV), Jahresbetriebsstunden: 8'000
- **Abschreibungsdauer** der Gesamtinvestition von 20 Jahren (dito Amortisationsdauer)
- **Ersatzinvestition** in Entnahme- und Verpresspumpe von CHF 1.75 Mio. im 5-Jahresrhythmus
- **Betriebskosten** (u.a. Wartung und Unterhalt, Ersatzteile) von 5 % des Anlagewerts des Kraftwerks
- **Unterhaltsarbeiten** am Bohrloch von rund CHF 500'000.- (alle 10 Jahre)
- **Fremdkapital-Anteil** von 50% für Bohrungen zu 4 % verzinst (unter Einbezug der Bürgschaft zur Risikodeckung des Bundes)
- **Fremdkapital-Anteil** von 70 % für Kraftwerkbau zu 4% verzinst
- **Kapitalisierungszinssatz (WACC)** von 10 %
- **Steuern** betragen 20% vom EBIT
- **Wahrscheinlichkeit des Nachweises der Fündigkeit** von 30%.
- **Abnahme der Jahresleistung** des Kraftwerks aufgrund der Abkühlung des Thermalwassers um 1% pro Jahr.

Anmerkung: Die Betriebsdauer einer Anlage kann theoretisch über 30 Jahre betragen (in der Rentabilitätsberechnung wurde von einer Betriebsdauer von nur 20 Jahren ausgegangen: Dauer der garantierten kEV-Vergütung ab Inbetriebnahme der Anlage).

4. Investitionskosten und Rentabilität (7/16)



Rentabilität eines Pilotprojektes



4. Investitionskosten und Rentabilität (8/16)



Betriebswirtschaftliche Kennzahlen: Pilotprojekt (nur Stromproduktion)

- **Ertragskennzahlen** (Mittelwerte pro Jahr):
 - Umsatz: CHF 7.9 Mio.
 - Betriebsaufwand: CHF 0.6 Mio.
 - Zinsaufwand¹: CHF 0.4 Mio.
 - Free Cashflow¹: CHF 6 Mio.
- Daraus resultieren bei einem **Investitionsvolumen** von **CHF 39 Mio.** unter einer angenommenen Betriebsdauer von 20 Jahren **folgende Rentabilitätswerte:**
 - Nettobarwert: CHF 1.95 Mio. *Summe abdiskontierter Free Cashflows - Investitionsbetrag*
 - Return on Investment: 3.1% *$\frac{\text{Abdiskontierter Jahresgewinn nach Steuern nach Zinsen} \cdot 100}{\text{Investitionsbetrag}}$*
 - Internal Rate of Return: 11% *Interner Kapitalisierungssatz*
- Allfällige Einnahmen aus der Wärmenutzung sind nicht berücksichtigt.
- Einnahmen zu Marktpreisen nach Wegfall kEV (nach 20 Jahren) nicht berücksichtigt.
- Worst case: Verlust von Eigenkapital im Umfang von rund CHF 10 Mio. bei Nicht-Fündigkeit (50% der Bohrkosten für das erste Bohrloch von rund CHF 14 Mio. sind über eine Bürgschaft des Bundes zur Deckung des Bohrrisikos abgesichert; Vorstudien, Planung und Projektentwicklung betragen rund CHF 3 Mio).

¹nach Steuern

Annahmen zu Folgeprojekt 4 in der gleichen Region:

- **Preis/KWh Strom**
- **Abschreibungsdauer**
- **Ersatzinvestition**
- **Betriebskosten**
- **Fremdkapital-Anteil für Kraftwerksbau**
- **Fremdkapital-Anteil für Bohrungen**
- **Kapitalisierungszinssatz (WACC)**
- **Steuern**

*Analog Pilotprojekt,
vergleiche Seite 24*

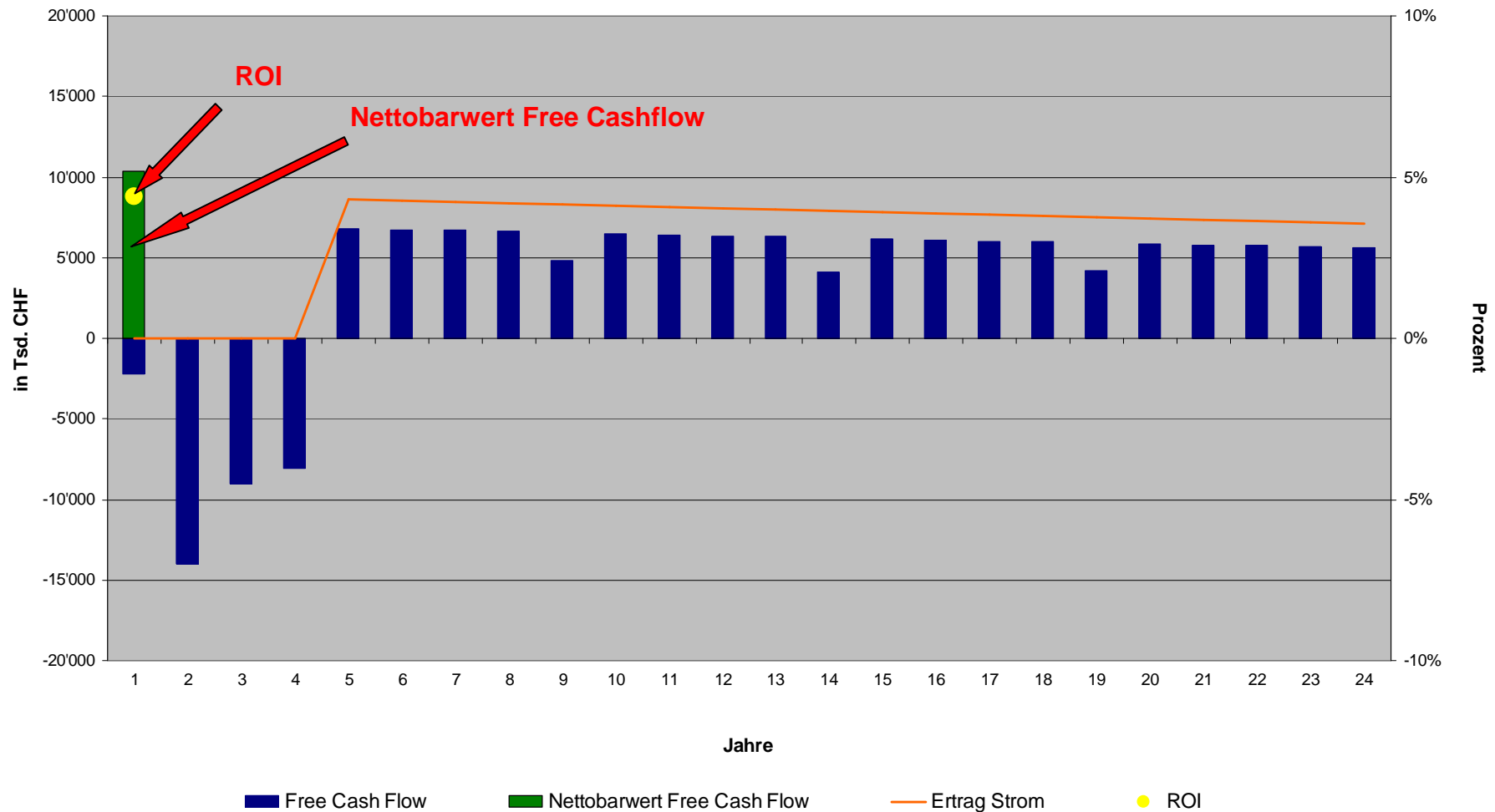
- **Wahrscheinlichkeit des Nachweises der Fündigkeit** von 80%
- **Option für die Absicherung des Fündigkeits- und Bohrkostenrisikos:** Abschluss einer privaten Versicherung anstelle der Bürgschaft des Bundes zur Risikodeckung.

Anmerkung: Die Betriebsdauer einer Anlage kann theoretisch über 30 Jahre betragen (in der Rentabilitätsberechnung wurde von einer Betriebsdauer von nur 20 Jahren ausgegangen: Dauer der garantierten kEV-Vergütung ab Inbetriebnahme der Anlage).

4. Investitionskosten und Rentabilität (10/16)



Rentabilität zu Folgeprojekt 4 in der gleichen Region



Betriebswirtschaftliche Kennzahlen: Folgeprojekt in der gleichen Region

- **Ertragskennzahlen** (Mittelwerte pro Jahr):
 - Umsatz: CHF 7.9 Mio.
 - Betriebsaufwand: CHF 0.6 Mio.
 - Zinsaufwand¹: CHF 0.3 Mio.
 - Free Cashflow¹: CHF 5.9 Mio.
- Daraus resultieren bei einem **Investitionsvolumen** von **CHF 33 Mio.** unter einer angenommenen Betriebsdauer von 20 Jahren **folgende Rentabilitätswerte:**
 - Nettobarwert: CHF 10.3 Mio. *Summe abdiskontierter Free Cashflows - Investitionsbetrag*
 - Return on Investment: 4.4% *$\frac{\text{Abdiskontierter Jahresgewinn nach Steuern nach Zinsen} \cdot 100}{\text{Investitionsbetrag}}$*
 - Internal Rate of Return: 15% *Interner Kapitalisierungssatz*
- Allfällige Einnahmen aus der Wärmenutzung sind nicht berücksichtigt.
- Einnahmen zu Marktpreisen nach Wegfall KEV (nach 20 Jahren) nicht berücksichtigt.

¹nach Steuern

4. Investitionskosten und Rentabilität (12/16)



Vergleich der Kennzahlen des Pilotprojektes mit einem Folgeprojekt in der gleichen Region

| | Pilotprojekt | Folgeprojekt 4 | Δ |
|---------------------------------------|--------------|-------------------------|----------|
| Fündigkeits-Wahrscheinlichkeit | 30% | 80% | + 50% |
| Investitionsvolumen | 39 Mio. | 33 Mio. | - 15% |
| Bohrkosten | 20 Mio. | 15 Mio. | - 25% |
| Umsatz | 7.9 Mio. | 7.9 Mio. | - |
| Betriebsaufwand | 0.625 Mio. | 0.625 Mio. | - |
| Zinsaufwand | 0.36 Mio. | 0.308 Mio. | - 14% |
| Free Cashflow | 6.024 Mio. | 5.923 Mio. ¹ | - 1.7% |
| Nettobarwert | 1.947 Mio. | 10.332 Mio. | + 431% |
| WACC | 10% | 10% | - |
| Return on Investment | 3.10% | 4.38% | + 1.28% |
| Internal Rate of Return | 11% | 15% | + 4% |

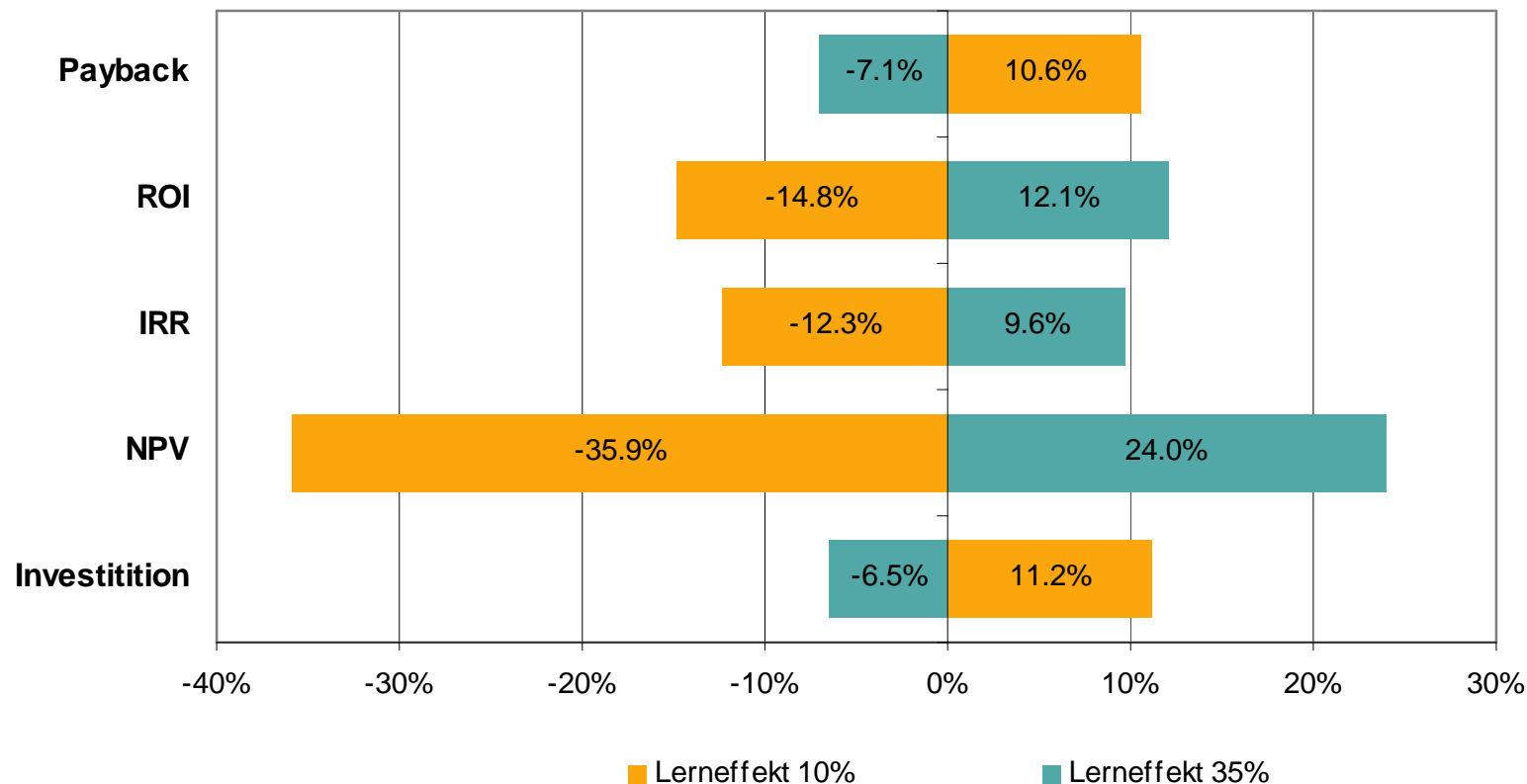
¹ Aufgrund der tieferen Abschreibungen resultiert ein höherer EBIT, was wiederum zu höheren Steuern führt und sich entsprechend negativ auf den Cashflow auswirkt.

5. Investitionskosten und Rentabilität (13/16)



Sensitivitätsanalyse: Kostenwirksamer Lerneffekt

Für das Fallbeispiel wird angenommen, dass der kostenwirksame Lerneffekt in einem vierten Projekt gegenüber dem Pilotprojekt in einer Region 25% beträgt (vgl. S. 20). Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird ein „worst case“ von 10% und ein „best case“ von 35% angenommen und die Auswirkungen auf die finanziellen Kennzahlen des Projektes berechnet (Abweichungen in Prozent der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen des vierten Projektes, Seite 29):

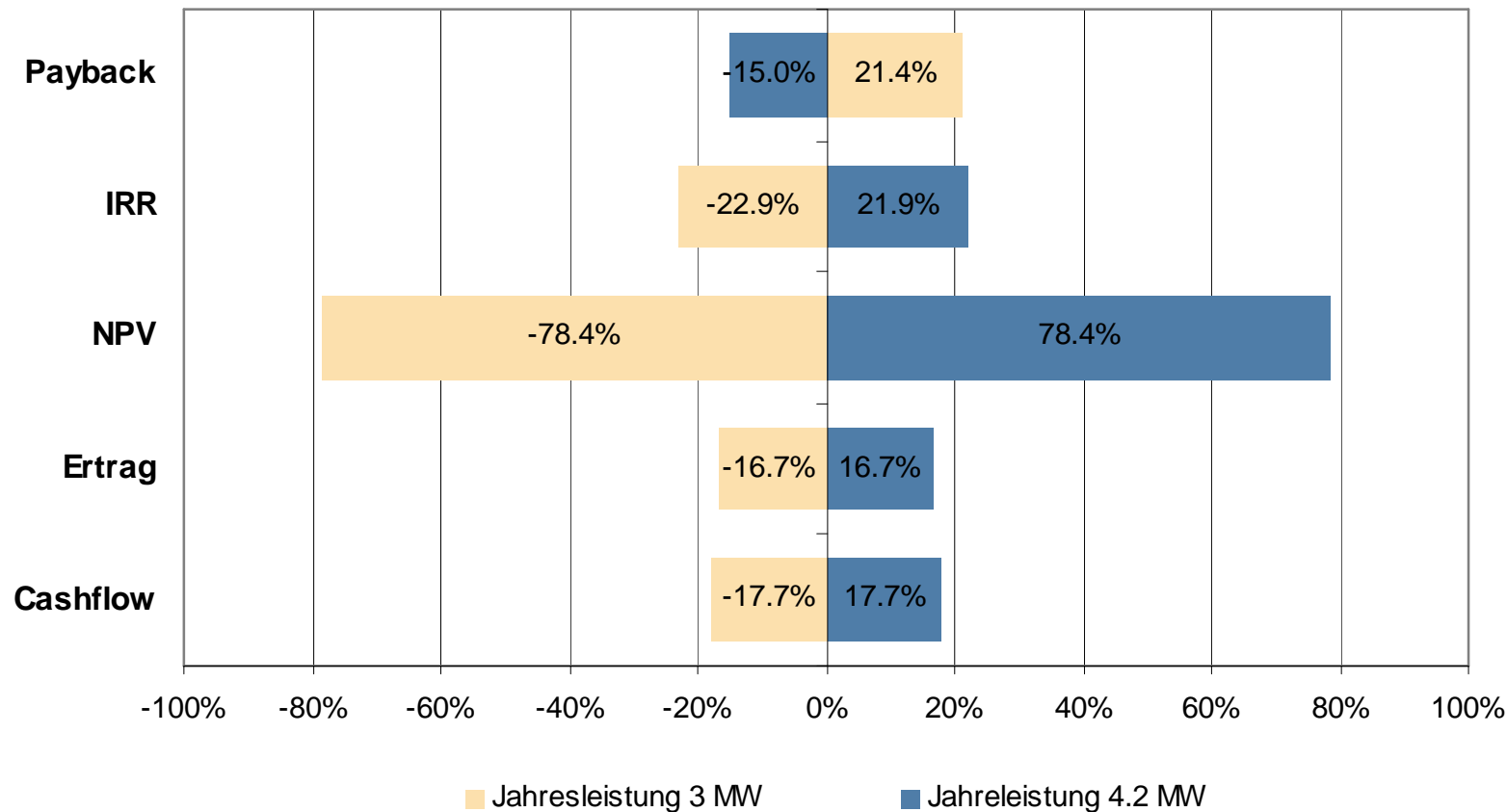


5. Investitionskosten und Rentabilität (14/16)



Sensitivitätsanalyse: Thermische Leistung

Für das Fallbeispiel wird eine thermische Leistung des Kraftwerks von 3.6 MW angenommen (vgl. S. 19). Im Rahmen der Sensitivitätsanalyse wird ein „worst case“ von 3 MW und ein „best case“ von 4.2 MW angenommen (Abweichung von jeweils 0.6 MW) und die Auswirkungen auf die finanziellen Kennzahlen des Projektes berechnet (Abweichungen in Prozent der betriebswirtschaftlichen Kennzahlen des vierten Projektes, Seite 29):



FAZIT

- Die Ergebnisse der Machbarkeitsstudie für ein Projekt der tiefen Geothermie entspricht einer Modellbetrachtung. Voraussetzung für die Erschliessung von Energie aus der tiefen Geothermie sind konkrete Bohrerfahrungen in einer Region.
- Erfahrungsgemäss beträgt die Wahrscheinlichkeit des Nachweises der Fündigkeit bei einem Erstprojekt (Pilotprojekt) in einer Region nur rund 30%. Die Erfolgswahrscheinlichkeit erhöht sich jedoch mit der Anzahl realisierter Projekte in einer Region deutlich. Ab dem vierten Projekt in der gleichen Region beträgt die Erfolgswahrscheinlichkeit rund 80%.
- Die Kosten für die Bohrlocherstellung bilden den grössten Kostenblock. Diese reduzieren sich aber in den Folgeprojekten aufgrund der im Pilotprojekt gewonnenen Erfahrungen bezüglich des Untergrunds und der eingespielten Zusammenarbeit im Explorationsteam deutlich: Erfahrungsgemäss betragen die Bohrkosten ab dem vierten Projekt nur noch rund 75% des Erstprojektes.
- Ein erfolgreich realisiertes Pilotprojekt bildet den Nukleus für die Umsetzung eines „Playkonzepts“, in dem darauf aufbauend ein Cluster von Projekten in der gleichen Region realisiert werden kann. Das Schaffen eines Projekt-Clusters ermöglicht es, in den Folgeprojekten die typischen Probleme von Erstprojekten zu vermeiden respektive die gewonnenen Erfahrungen und Grössenvorteile gezielt zu nutzen:
 - Effizienzsteigerungen durch Lernkurveneffekte (Zeit, Kosten, Qualität)
 - Reduktion des Projektrisikos durch bessere Kenntnisse des Untergrundes
 - Kostenvorteile durch Rahmenverträge mit beteiligten Partnerunternehmen
 - Finanzbedarf der einzelnen Projekte kann zuverlässiger abgeschätzt werden

- Die Beurteilung des Risiko-/ Renditeprofils eines Erstprojektes bzw. eines Einzelprojektes ist daher nur beschränkt aussagekräftig. Im Sinne eines Portfolio-Ansatzes ist die Wirtschaftlichkeit der Realisierung einer grösseren Anzahl von Projekten in einer Region zu beurteilen (vergleiche Gegenüberstellung Rentabilitätskennzahlen eines Pilotprojektes mit jenen eines Folgeprojektes in der gleichen Region, Seite 30)
- Im berechneten Fallbeispiel werden allfällige Einnahmen aus der Wärmenutzung und die Einnahmen zu Marktpreisen nach Wegfall kEV (nach 20 Jahren) nicht berücksichtigt. Zudem ist zu beachten, dass sich die preisliche Wettbewerbsfähigkeit der erneuerbaren Energien aufgrund der mittelfristig zu erwartenden Internalisierung der CO₂-Emissionen bei fossilen Energieträgern tendenziell verbessern wird.

5. Finanzierung von Projekten (1/7)



Risikostruktur
von Geothermie-
projekten

- Die grössten Risiken eines Projektes sind mit den Bohrungen verbunden. Sobald der Fündigkeits- und der Produktivitätsnachweis einer Lagerstätte erbracht sind, reduziert sich das Projektrisiko unter der Annahme, dass für den Bau und die Ausrüstung eines Geothermiekraftwerkes bewährte Technologien eingesetzt werden.
- Aufgrund der Risikostruktur können die Geothermieprojekte in eine „Explorationsphase“ und eine „Kraftwerksphase“ unterteilt werden.
- *Vergleiche Abbildung auf der Folgeseite.*

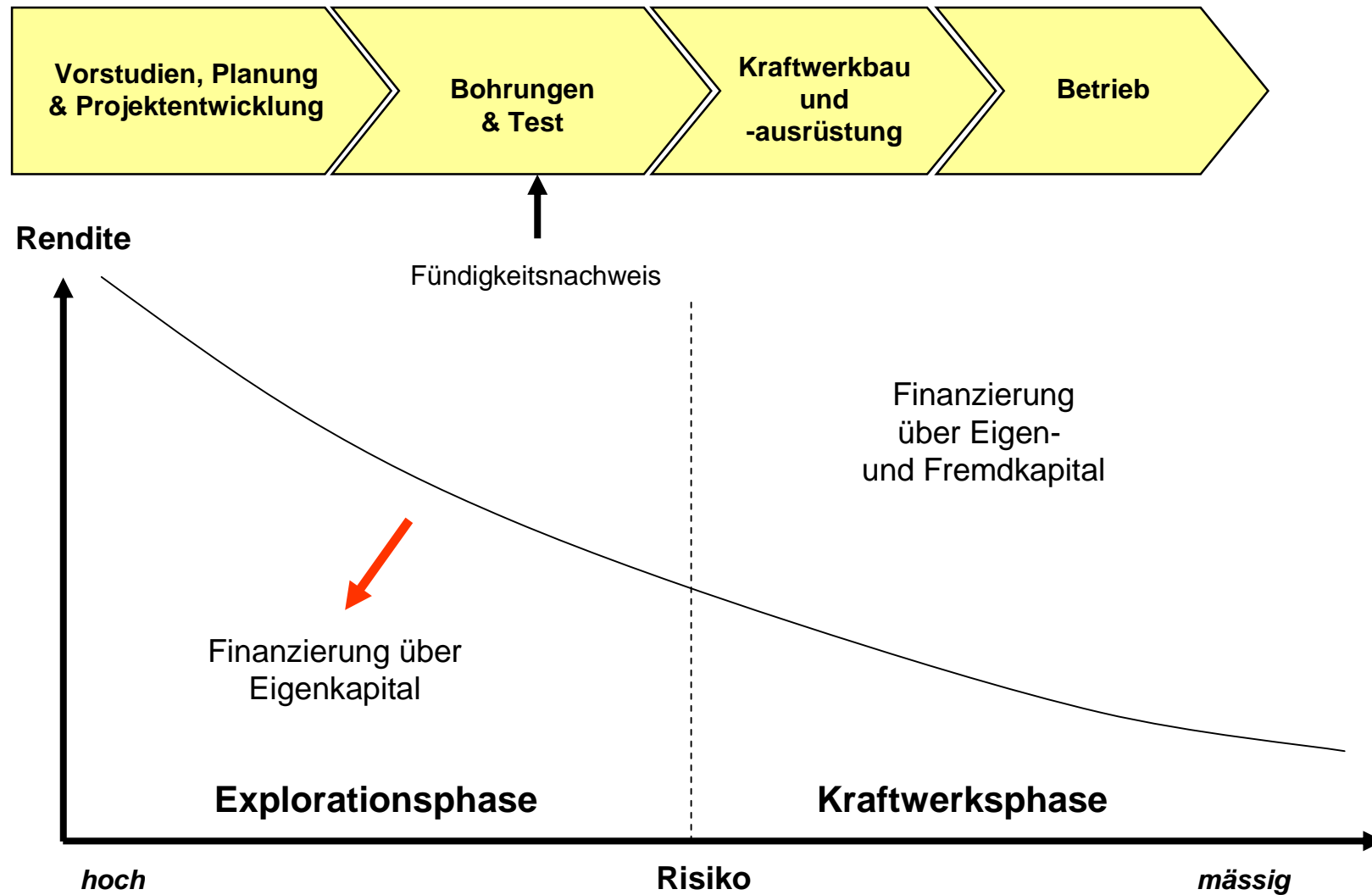
Finanzierung von
Explorations-
projekten

- Banken und andere private Finanzierungsinstitute sind aufgrund des Risikoprofils und eines nicht stabilen Cashflows kaum bereit, ein Explorationsprojekt über das Instrument der Projektfinanzierung zu finanzieren. Der Finanzierungsbedarf eines Projektes ist deshalb praktisch ausschliesslich mittels Eigenkapital zu decken.
- Im Falle der Übernahme des Fündigkeits- und Bohrkostenrisikos durch den Fond des Bundes zur Risikodeckung von Explorationsprojekten oder durch eine private Versicherung, ist eine Bank voraussichtlich bereit, ein Darlehen in der Höhe der Bundesbürgschaft respektive des Versicherungsbetrages zu gewähren.
- Auf die „Seed-Phase“ von Unternehmen spezialisierte Risikokapitalgesellschaften investieren grundsätzlich in ein Unternehmen und nicht in ein Projekt. Aus deren Sicht ist das Geothermieprojekt ein Produkt, das nach dessen Inwertsetzung einem zukünftigen Umsatz entspricht. Risikokapitalgesellschaften sind trotz des vergleichsweise hohen Renditepotenzials einer Explorationsgesellschaft selten bereit, ihr teures Geld langfristig zu investieren.

5. Finanzierung von Projekten (2/7)



Risiko- / Renditeprofil und Finanzierung von Projekten



5. Finanzierung von Projekten (3/7)



Miteinsatz des
Risikodeckungs-
fonds

- Private oder institutionelle Anleger, die allenfalls daran interessiert wären, in einen „Private Equity-Fund für tiefe Geothermieprojekte“ mit langen Laufzeiten zu investieren, sind analog den Banken im Rahmen von Projektfinanzierungen an einem stabilen Cashflow interessiert. Eine Voraussetzung, die in der Explorationsphase eines Projektes nicht gegeben ist.
- Aufgrund der Risikostruktur von Explorationsprojekten ist ein „Private Equity-Fund“ allenfalls erst in der Kraftwerkphase eine valable Finanzierungsoption (vergleiche Seite 40). Es besteht jedoch die Möglichkeit, dass ein „Private Equity-Fund“ die „Serienproduktion“ von Explorationsprojekten nach erfolgreichem Abschluss eines Pilotprojektes in einer Region mitfinanziert.
- Die Höhe der Kreditsicherung durch eine Bürgschaft des Fonds des Bundes zur Risikodeckung von Explorationsprojekten sollte sich an der Risikostruktur eines Explorationsprojektes orientieren.
- Jede erfolgreiche Realisierung eines Projektes reduziert aufgrund der gewonnenen Erkenntnisse das Fündigkeits- und Bohrkostenrisiko für die Folgeprojekte in der gleichen Region. Die veränderte Risikostruktur eröffnet für die Projektträger die Möglichkeit, den Fremdkapitalanteil an den Projektkosten zu erhöhen und das Projekt über eine private Versicherung abzusichern.
- Die Höhe der Bürgschaften zur finanziellen Absicherung der Untertagsarbeiten eines Projektes aus dem Fonds zur Risikodeckung des Bundes kann deshalb in Abhängigkeit der Anzahl realisierter Projekte in einer Region sukzessive reduziert werden.

5. Finanzierung von Projekten (4/7)



Konkretisierung
des Fonds zu
Risikodeckung

- Gemäss den BHP zur Verfügung stehenden Informationen ist das Betriebs- und Finanzierungskonzept des Fonds zur Risikodeckung des Bundes noch nicht bis ins letzte Detail festgelegt. Zur weiteren Ausgestaltung des Fonds sollte allenfalls das kürzlich unter der Regie des deutschen Bundesumweltministeriums mit der KfW Bankengruppe und der Münchner Rück als PPP-Modell (Public Private Partnership) lancierte Kreditprogramm zur Minderung des Fündigkeitsrisiko als Referenz verwendet werden.
- Die Organisation und Funktionsweise des genannten Kreditprogramms kann folgendermassen zusammengefasst werden:
 - 1) Die drei Partnerorganisationen stellen gemeinsam CHF 90 Mio. für die Finanzierung von geothermalen Tiefenbohrungen zur Verfügung.
 - 2) Die KfW gewährt Förderdarlehen für Geothermiebohrungen über Geschäftsbanken bis maximal 80 Prozent der förderwürdigen Kosten.
 - 3) Die Förderdarlehen enthalten neben den üblichen Darlehenszinsen einen Risikoaufschlag für das Fündigkeitsrisiko.
 - 4) Bei Nicht-Fündigkeit wird der Projektträger ab diesem Zeitpunkt von der Rückzahlung des Restdarlehens freigestellt.
 - 5) Die Expertise der Münchner Rück gibt Investoren zusätzliche Sicherheit bei der Beurteilung des Finanzierungsentscheides.

Qualifikation für
Bürgschafts-
vergabe

- Der Risikodeckungsfond des Bundes sollte für die Vergabe einer Bürgschaft vergleichbare Anforderungen stellen wie die am Markt etablierten privaten Versicherungsunternehmen (z. B. MARSH). Anzumerken ist jedoch, dass MARSH - wie andere private Versicherungsunternehmen - nur Projekte finanziert, bei denen die Erfolgswahrscheinlichkeit der zu versichernden Parameter > 80% ist (nur bei Folgeprojekte in einer Region möglich, vergleiche Kapitel 4).

5. Finanzierung von Projekten (5/7)



- Folgende Grundlagen sind für die Qualifizierungsprüfung eines Projektes zu erbringen:
 - 1) Leistungsausweis der Projektentwicklungsteams und der Bohrfirma (u.a. Nachweis über praktische Erfahrungen in Explorationsprojekten)
 - 2) Plausible geologische und technische Machbarkeitsstudie, inkl. Risikoanalyse
 - 3) Einsatz von bewährten Technologien (zurzeit nur hydrothermale Projekte)
 - 4) Hochprofessionelle Planung des Bohrprojektes
 - 5) Meilensteinbasiertes Finanzierungsmodell → Ableiten von Kriterien eines allfälligen Projektabbruchs respektive zu versichernde Parameter
 - 6) Erfolgswahrscheinlichkeit der zu versichernden Parameter ist in Abhängigkeit der Anzahl bereits realisierter Projekte in einer Region zu definieren
 - 7) Plausible wirtschaftliche Machbarkeitsstudie (überzeugendes ROI-Modell)
- Die Erarbeitung der notwendigen Unterlagen für die Qualifizierungsprüfung stellt hohe Anforderungen an die Antragsteller. Die Qualität der Antworten gibt deshalb bereits wichtige Informationen über die Professionalität und Qualität der Antragsteller.
- Die Qualifizierungsprüfung sollte durch ein interdisziplinär zusammengesetztes und unabhängiges Gremium erfolgen.
- Sobald die Fündigkeit und Produktivität einer Lagerstätte nachgewiesen wurde, ist eine Bankfinanzierung eines Kraftwerkprojektes grundsätzlich möglich. Voraussetzung dafür ist der Einsatz von bewährten Technologien bei der Kraftwerksausrüstung.

Finanzierung von
Kraftwerken

5. Finanzierung von Projekten (6/7)



- Grundlage für die Projektfinanzierung ist eine technische und ökonomische Machbarkeitsstudie (Businessplan) des Projektes, inkl. Sensitivitätsanalyse basierend auf dem voraussichtlichen Leistungsvermögen der Anlagen (inkl. langfristige Entwicklung der Produktivität der Lagerstätte). Die notwendigen Grundlageninformationen ergeben sich aus dem erfolgreich realisierten Explorationsprojekt.
- Die Kreditvergabe richtet sich nach dem Cashflow-Potenzial respektive dem Erfolg und der Dauer des Projektes, da die Amortisation des Kredites vom Projektverlauf und von den erzielten Cashflows abhängig ist. Die Bank wird vom Kreditnehmer im Regelfall deshalb eine Leistungsgarantie verlangen.
- Von BHP kontaktierte Finanzinstitute sind grundsätzlich daran interessiert, Anlagevehikel mit langfristigen Laufzeiten für Geothermiekraftwerke zu entwickeln. Ein „Private Equity-Fund“ sollte dabei mittelfristig ein Portfolio von mindestens zehn Projekten umfassen. Die Qualifikationskriterien einer Finanzierung entsprechen dabei jenen einer Projektfinanzierung durch eine Bank.

FAZIT

- Aufgrund der Risikostruktur können Projekte der tiefen Geothermie in eine „Explorationsphase“ und eine „Kraftwerksphase“ unterteilt werden.
- Der Finanzierungsbedarf eines Erstprojektes in einer Region ist aufgrund des Risikoprofils mittels Eigenkapital zu decken.
- Der Fond zur Risikodeckung des Bundes hat eine Schlüsselfunktion zur Anschubfinanzierung der Explorationsprojekte. Voraussetzung für den effektiven und effizienten Einsatz der finanziellen Mittel ist jedoch eine weitere Konkretisierung des Betriebs- und Finanzierungskonzepts des Fonds.
- Jede erfolgreiche Realisierung eines Projektes reduziert das Fündigkeits- und Bohrkostenrisiko für weitere Projekte in der gleichen Region. Die veränderte Risikostruktur eröffnet den Projektträgern die Möglichkeit, den Fremdkapitalanteil an den Kosten eines Projektes zu erhöhen bzw. private Versicherungsleistungen in Anspruch zu nehmen. Die Höhe der durch den Fond zu gewährenden Bürgschaften für die Explorationsprojekte kann deshalb in Abhängigkeit der Anzahl realisierter Projekte in einer Region sukzessive reduziert werden.
- Sobald die Fündigkeit und Produktivität einer Lagerstätte nachgewiesen wurde, ist die Finanzierung eines Kraftwerkprojektes über eine Bank oder einen langfristig ausgerichteten „Private Equity-Fund“ für erneuerbare Energien im Allgemeinen und die tiefe Geothermie im Speziellen möglich. Allenfalls besteht auch die Möglichkeit, die „Serienproduktion“ von Explorationsprojekten über einen „Private Equity-Fund“ zu finanzieren.

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (1/7)



Exploration versus
Kraftwerkbau

- Das erforderliche fachliche und organisatorische Know-how und die Risikostruktur sind in den sequentiell aufeinander folgenden Projektphasen (1) „Exploration“ und (2) „Kraftwerkbau und -ausrüstung“ unterschiedlich, weshalb voneinander unabhängige Organisationseinheiten die operative Verantwortung in den beiden Projektphasen übernehmen können.
- *Vergleiche Abbildung auf der Folgeseite.*

Explorations-
gesellschaft

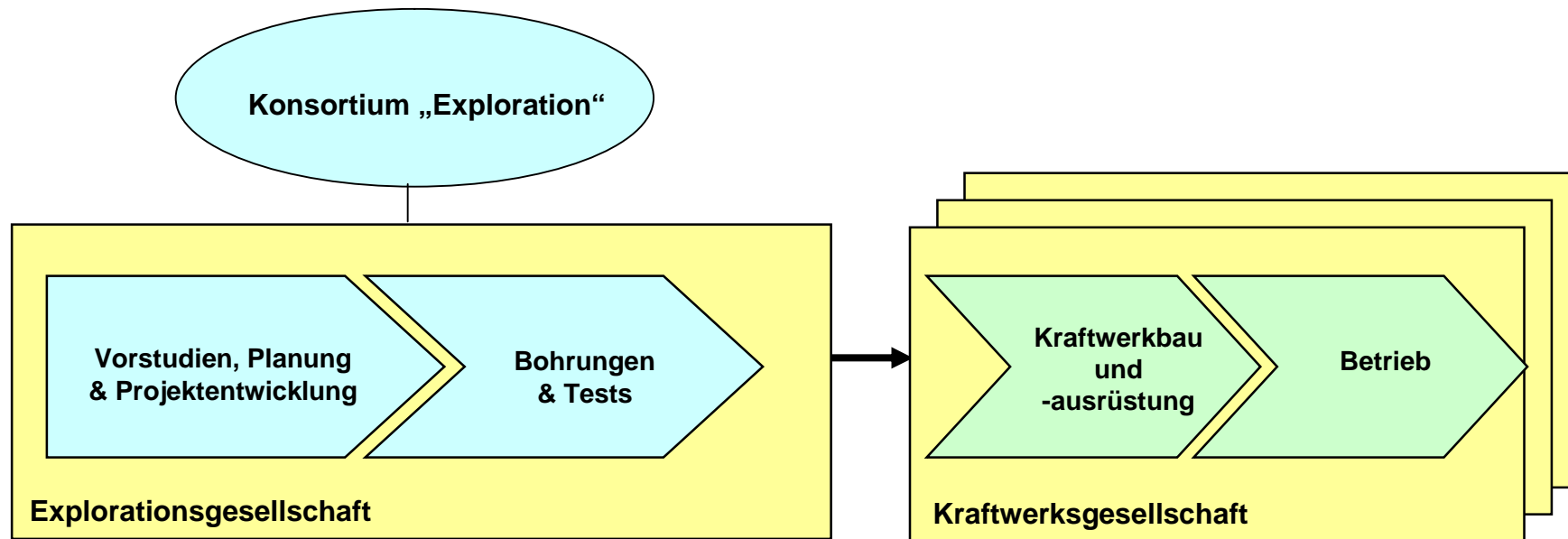
- Eine zu schaffende Explorationsgesellschaft ist verantwortlich für die Projektentwicklung von der geologischen Vorstudie über die Projektkonzeption und die Machbarkeitsstudie bis hin zu den Bohrungen und den Fündigkeit- und Produktivitätstests der Lagerstätten. Sie übernimmt die Rolle eines Generalunternehmens für die untertägigen Arbeiten eines Geothermieprojektes.
- Funktion der Explorationsgesellschaft ist es, geeignete Standorte für die Realisierung von Kraftwerken zu evaluieren und diese im Auftrag einer Kraftwerksgesellschaft für die Realisierung vorzubereiten.
- Produkt der Gesellschaft ist der Fündigkeits- und Produktivitätsnachweis einer Lagerstätte.

Kraftwerk-
gesellschaft

- Für den Kraftwerkbau und die Kraftwerkausrüstung sowie allenfalls für den Betrieb von Kraftwerken verantwortliche Projektgesellschaften (Kraftwerkgesellschaften) mit projektspezifischen Finanzierungspartnern sind Auftraggeber der Explorationsgesellschaft (vergleiche Seite 46, Investitionen auf Stufe Projekt).
- Die Kraftwerksgesellschaft beauftragt spezialisierte Unternehmen mit dem Kraftwerkbau und der Kraftwerkausrüstung und bei Bedarf mit dem Betrieb der Anlage.

Die folgenden Ausführungen konzentrieren sich auftragsgemäss v. a. auf die Explorationsgesellschaft.

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (2/7)



Funktion:

- Evaluation und Vorbereitung von geeigneten Standorten für die Realisierung von geothermischen Kraftwerken (Generalunternehmen)

Produkte:

- Fündigkeits- und Produktivitätsnachweis von Lagerstätten
- Vorbereitung des Standorts für Kraftwerkbau und -ausrüstung

Eigentümer:

- Konsortium von EVU und Bohrunternehmen (allenfalls mehrere EVUs)

Funktion:

- Bau und Ausrüstung sowie Betrieb von Kraftwerken
- Auftraggeber der Explorationsgesellschaft für die Untertagsarbeiten

Produkte:

- Funktionsfähige Kraftwerke
- Elektrische Energie und Wärme

Eigentümer / Auftraggeber:

- Mitglieder des Konsortiums „Exploration“
- Weitere EVUs
- Gemeinden
- Weitere Investoren (u.a. Private Equity-Fund)

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (3/7)



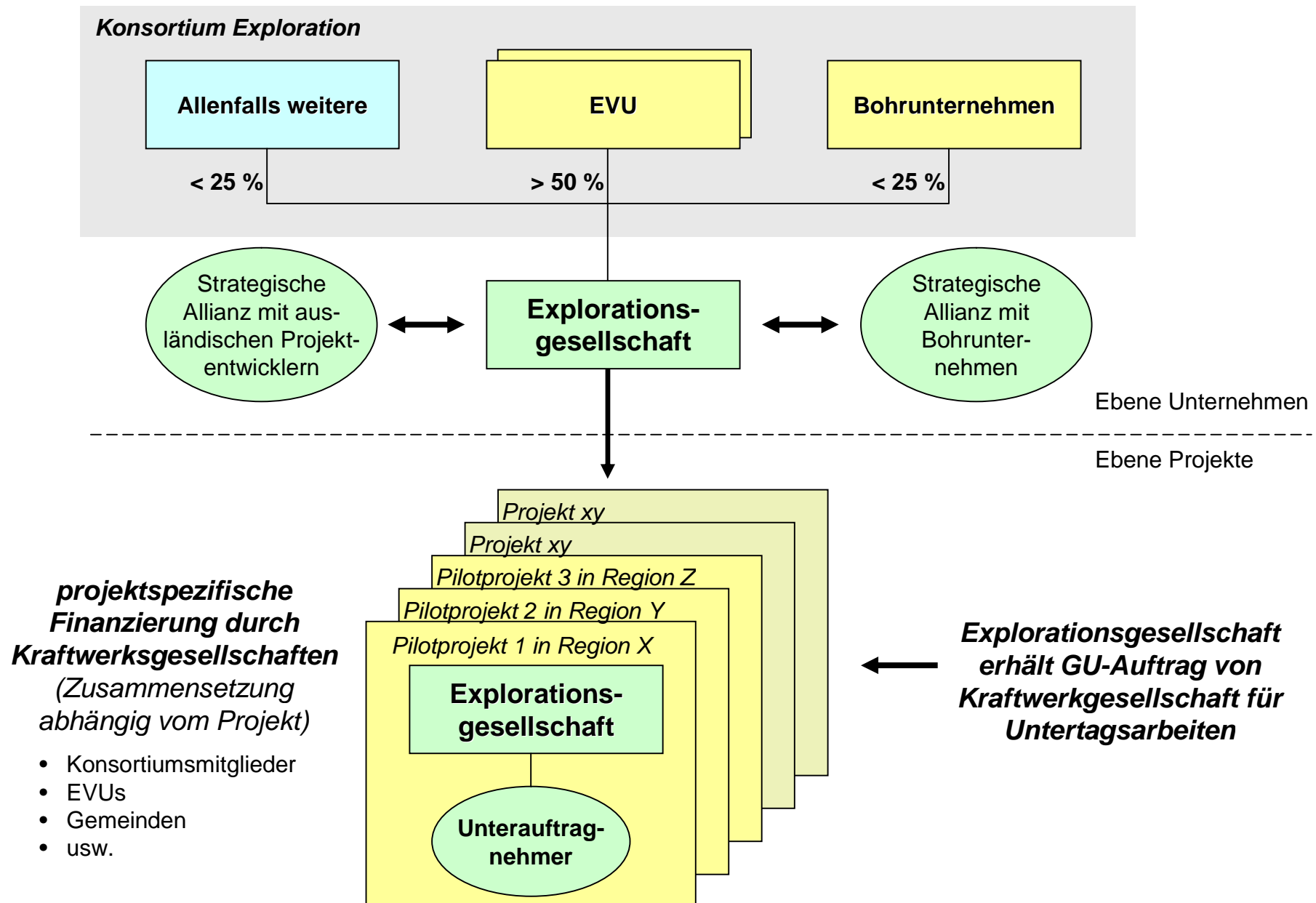
Trägerschaft der
Explorations-
gesellschaft

- Die Trägerschaft der Explorationsgesellschaft ist ein Konsortium von privatrechtlich organisierten Unternehmen (u.a. EVUs, Bohrunternehmen). Das Konsortium gründet ein für die Entwicklung der Explorationsprojekte zuständiges und ausreichend kapitalisiertes Tochterunternehmen.
- „Motor“ des Konsortiums sind ein oder einige wenige EVUs mit strategischem Fokus auf die Strom- und Wärmeherzeugung aus der tiefen Geothermie.
- Ziel der Gesellschaft ist es, ein Kompetenzzentrum für Explorationsprojekte in der Schweiz zu schaffen, das als Generalunternehmen mit der Realisierung von Explorationsprojekten beauftragt wird.
- Lerneffekte aufgrund der Realisierung einer grösseren Anzahl von Explorationsprojekten sollen das Projektrisiko und die Investitionskosten pro Projekt reduzieren. Aufgrund ihrer kritischen Grösse, Expertise und Kapitalisierung verfügt die Explorationsgesellschaft im Vergleich zu Entwicklern von Einzelprojekten über wesentliche Vorteile bezüglich Finanzierung und Risikoabsicherung von Projekten.
- Die Mitglieder des Konsortiums „Exploration“ engagieren sich in Abhängigkeit der regionalen Interessenslage über Mehrheits- oder Minderheitsbeteiligungen finanziell an Projekten der tiefen Geothermie.

Integration eines
Bohrunter-
nehmens

- Mit einem Bohrunternehmen wird eine strategische Allianz vereinbart. Ziel ist es, die für die Projektrealisierung notwendigen Bohrkapazitäten mittel- und langfristig sicherzustellen sowie durch eine enge Einbindung des Bohrunternehmens kostenwirksame Lerneffekte bei den Bohrungen systematisch zu nutzen. Im Gegenzug erhält das Bohrunternehmen von der Explorationsgesellschaft ein Arbeitsprogramm für mehrere Jahre und damit Planungssicherheit.

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (4/7)



6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (5/7)



PPP-Modell als Option

- Aufgrund der Kapitalbeteiligung ist das Bohrunternehmen an der wirtschaftlichen Entwicklung der Explorationsgesellschaft interessiert. Die Explorationsgesellschaft erhält damit ein quasi betriebseigenes Bohrunternehmen.
- Aufgrund des volkswirtschaftlichen Interesses der Nutzung der tiefen Geothermie ist in einer ersten Phase bis zum erfolgreichen Abschluss einer kritischen Anzahl von Pilotprojekten allenfalls ein PPP-Modell in Erwägung zu ziehen. Dabei könnten die Standortkantone der Pilotprojekte sowohl institutionell als auch finanziell über Minderheitsbeteiligungen in die Explorationsgesellschaft eingebunden werden.
- Das „Exit“ der Kantone könnte nach erfolgtem Abschluss der Pilotprojekte erfolgen. Die öffentliche Hand sollte dabei über den Verkauf der Beteiligungen an die Mehrheitsaktionäre oder an Dritte die Möglichkeit erhalten, von der allfälligen Wertsteigerung der Explorationsgesellschaft zu profitieren und im Erfolgsfall eine Kompensation für das eingegangene Risiko zu erhalten.
- *Das Konzept für ein allfällig zu realisierendes PPP-Modell ist in einer nächsten Projektphase zu konkretisieren.*

Investitionen auf Stufe Projekt

- Die Finanzierung der Einzelprojekte wird über die Kraftwerkgesellschaften abgewickelt, die allfällige Kredite direkt beim Finanzierungspartner beantragen.
- Die Beteiligungsverhältnisse an den Projekten werden für jedes Projekt neu definiert. Die Mitglieder des Konsortiums der Explorationsgesellschaft können sich dabei je nach Projekt und regionaler Interessenslage in unterschiedlichem Ausmass an den Projekten beteiligen. Dieses Vorgehen ermöglicht es einem breiten Kreis von interessierten Investoren, sich an Projekten der tiefen Geothermie zu beteiligen (u.a. regionale EVUs, Gemeinden, institutionelle Anleger) und dadurch regionale Interessen zu berücksichtigen.

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (6/7)



Projektauswahl

- Zwecks Risikostreuung empfiehlt es sich für Investoren in Projekte der tiefen Geothermie, ein Regionen übergreifendes Projektportfolio aufzubauen.
- Bei Bedarf stellen die Mitglieder des Konsortiums der Explorationsgesellschaft - in Koordination mit den übrigen Finanzierungspartnern eines Projektes - Bürgschaften zur Finanzierung von Einzelprojekten zur Verfügung, an denen sie über Kraftwerksgesellschaften selber beteiligt sind.
- *Der Abgeltungsmechanismus zwischen Explorations- und Kraftwerksgesellschaft ist in einer nächsten Projektphase zu konkretisieren.*
- In einer ersten Phase sollten - auf Antrag der Trägerschaft der Projekte - die bereits laufenden Projekte in der Schweiz durch unabhängige Experten auf ihre Qualifikation als Pilotprojekte geprüft werden.
- Grundlage für die Beurteilung der Projekte ist eine Qualifizierungsprüfung wie sie für die Vergabe einer Bürgschaft des Risikodeckungsfonds des Bundes auf Seite 39 skizziert wird. Die Tiefe der Prüfung erfolgt in Abhängigkeit des Projektstandes.
- Bei einer positiven Beurteilung wird der Realisierungsplan des geplanten Pilotprojektes bei Bedarf detailliert und die Finanzierung der Projekte sichergestellt. Anschliessend wird die Explorationsgesellschaft von der Trägerschaft des Pilotprojektes als Generalunternehmen mit der Projektrealisierung beauftragt.
- Nach Abschluss der Pilotprojekte übernimmt das „Konsortium Exploration“ resp. die Explorationsgesellschaft die Führung bei der Konzeption und Entwicklung neuer Explorationsprojekte. Dabei ist die Explorationsgesellschaft jedoch offen, Explorationsprojekte an geeigneten Standorten im Auftrag von EVUs und Gemeinden durchzuführen.

6. Betriebs- und Trägerschaftskonzept (7/7)



Betriebsmodelle
für die
Realisierung von
Kraftwerken

- Die ersten Geothermiekraftwerke in der Schweiz werden voraussichtlich über projektspezifisch geschaffene Kraftwerksgesellschaften realisiert.
- Es ist jedoch davon auszugehen, dass eine oder mehrere EVUs nach erfolgreicher Realisierung einer kritischen Anzahl von Geothermiekraftwerken einen Geschäftsbereich „tiefe Geothermie“ aufbauen oder eine Tochtergesellschaft gründen werden.
- Ziel dieses Vorgehens ist es, durch die Bündelung der Kräfte Lernkurveneffekte beim Erstellen und beim Betrieb der Kraftwerke (Economies of Scale) sowie durch Marktmacht induzierte Vorteile in der Beschaffung von Schlüsselkomponenten und deren technischen Weiterentwicklung gezielt zu nutzen.
- Grundsätzlich bestünde dadurch auch die Möglichkeit, dass die Realisierung und der Betrieb eines von einer Gemeinde lancierten Geothermiekraftwerks im Auftragsverhältnis von einer EVU übernommen werden könnte.

Handlungsbedarf auf Stufe „öffentliche Hand“

- Schaffen von überkantonale akzeptierten **Vergaberichtlinien und Bewilligungsverfahren** für die Aufsuchungsfelder (Explorationsphase) sowie den Kraftwerksbau und -betrieb (Kraftwerksphase).
- Konkretisieren des **Betriebs- und Trägerschaftskonzepts (inkl. Finanzierung) für eine zu schaffende Explorationsgesellschaft** für die tiefe Geothermie in der Schweiz (in Zusammenarbeit mit interessierten Partnern aus der Privatwirtschaft).
- Konkretisieren des **Betriebs- und Finanzierungskonzeptes des Risikodeckungsfonds des Bundes**.
- Prüfen der allfälligen **Realisierung eines PPP-Modells für den Risikodeckungsfond für Explorationsprojekte** mit dem Bund und einer Rückversicherungsgesellschaft als Trägerschaft.
- Schaffen eines **interdisziplinär zusammengesetzten und unabhängigen Gremiums** für die Beurteilung von Explorationsprojekten.
- Klären der Möglichkeit einer allfälligen **institutionellen und finanziellen Einbindung der Standortkantone** in eine zu schaffende Explorationsgesellschaft im Rahmen eines PPP-Modells.

Handlungsbedarf auf Stufe „Privatwirtschaft“

- Konkretisieren des **Betriebs- und Trägerschaftskonzepts (inkl. Finanzierung) für eine zu schaffende Explorationsgesellschaft** in der Schweiz (in Zusammenarbeit mit dem Bund).
- Erarbeiten eine **Businessplans für die Explorationsgesellschaft**.
- Konkretisieren eines allfällig zu schaffenden „**Private Equity-Fund**“ für die tiefe **Geothermie als Anlagevehikel mit langfristigen Laufzeiten** (unter Berücksichtigung von Kraftwerks- und Explorationsprojekten).
- Möglichst **rasche Realisierung eines erfolgreichen Pilotprojektes** durch die Explorationsgesellschaft.

8. Vorschlag für das weitere Vorgehen

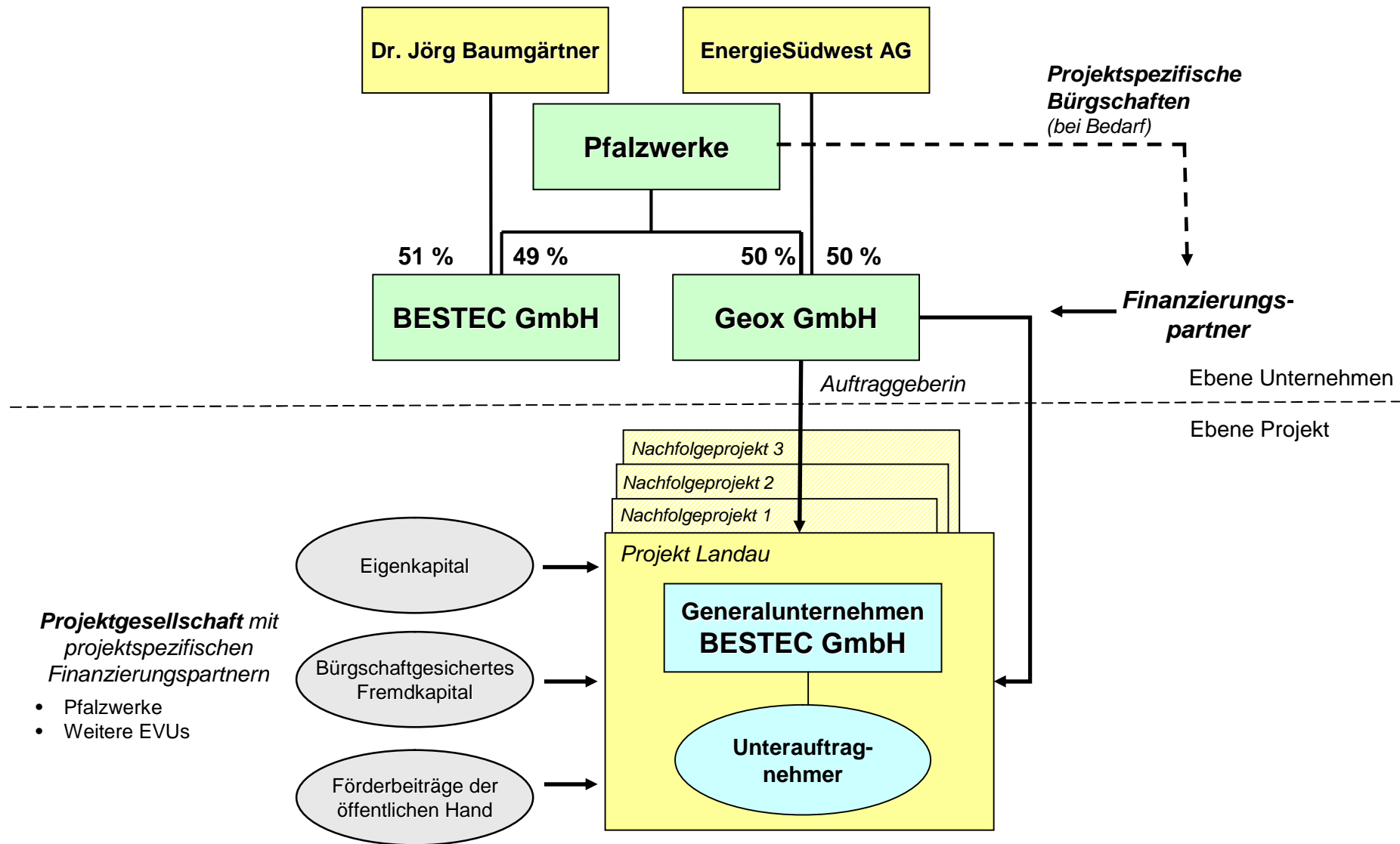


1. Führen von Sondierungsgesprächen mit potenziellen Partnern einer Explorationsgesellschaft:
 - Erster Schritt: EVUs, Bohrgesellschaften, Projektträger von laufenden Geothermieprojekten in der Schweiz
 - Zweiter Schritt: ausländische Projektentwicklungsgesellschaften, weitere Interessensgruppen
2. Vertiefen des Betriebs- und Trägerschaftskonzepts in enger Zusammenarbeit mit interessierten Partnern; inkl. Konkretisieren des Finanzierungsbedarfs
3. Go-/ No-Go-Entscheid über die Schaffung einer Explorationsgesellschaft
4. Verfassen eines Businessplans für die Explorationsgesellschaft (inkl. Umsetzungsvorbereitung)
5. Konkretisierung des Handlungsbedarfs in folgenden Bereichen:
 - Vergaberichtlinien und Bewilligungsverfahren für die Aufsuchungsfelder und den Kraftwerksbau und -betrieb
 - Detaillierung des Betriebs- und Finanzierungskonzepts des Risikodeckungsfonds des Bundes
 - Private Equity-Fund für die tiefe Geothermie

Anhang: I. Fallbeispiel Landau



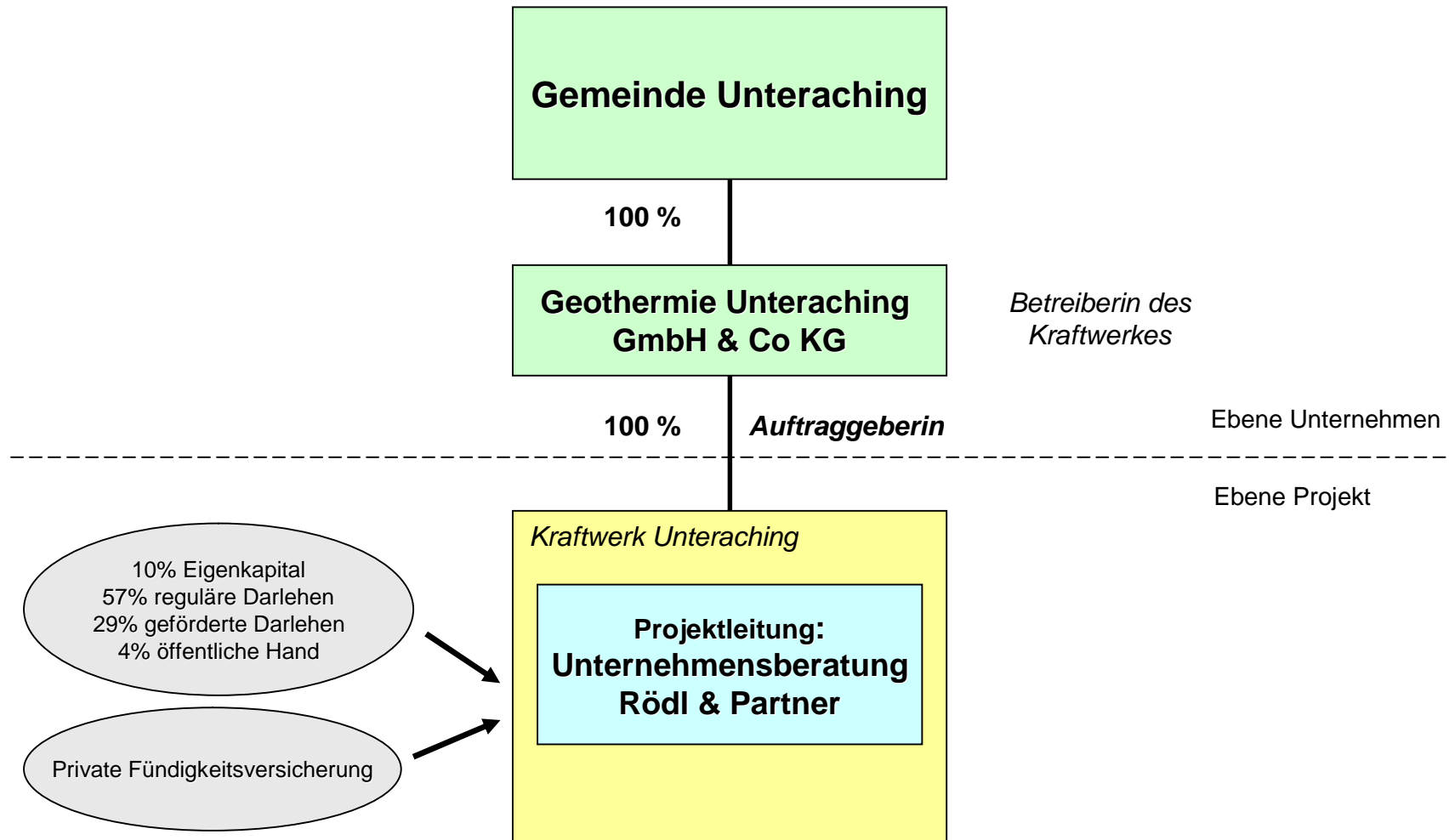
| | |
|---|--|
| Technische Daten & Leistung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bohrtiefe: ca. 3000 m ▪ Fördertemperatur: 155°C ▪ Fördermenge: 50 – 70 l/s (180 – 250 m³/h) ▪ Leistung elektrisch: 3 MW_{el} ▪ Leistung thermisch: 3-6 MW_{th} ▪ Lagerstätte: Aquifer ▪ Offizielle Inbetriebnahme: November 2007 / Projektdauer: 4 Jahre |
| Projektorganisation & Betriebsmodell | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektrealisierung und Betrieb des geothermischen Kraftwerkes in Landau wird von privaten Unternehmen ausgeführt. ▪ Die thermische Leistung wird in erster Linie zur Stromerzeugung genutzt. Wärme wird lediglich aus der Restwärme erzeugt. ▪ Geox GmbH war Auftraggeberin von BESTEC und ist Betreiberin des geothermischen Kraftwerks. ▪ BESTEC hatte die Rolle des Generalunternehmens und war verantwortlich für die Projektrealisierung (Untertagebau, Kraftwerk- und Hochbau). ▪ Es ist geplant, die Projektorganisation auf weitere Projekte der tiefen Geothermie in derselben Region zu übertragen. Die Zusammenarbeit zwischen BESTEC und den Unterlieferanten (insb. Bohringenieur und Bohrfirma) sind somit langfristig ausgelegt, um gewonnenes Wissen und Erfahrung in Nachfolgeprojekte einfließen zu lassen. |
| Trägerschaft | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Träger der Projekt- und Betreibergesellschaften sind EVUs mit strategischem Fokus auf erneuerbare Energien und wirken als Treiber der Projekte. ▪ Die Pfalzwerke halten Beteiligungen an der Projektgesellschaft BESTEC GmbH (49%) und der Betreibergesellschaft Geox GmbH (50%). ▪ Mehrheitsaktionär der BESTEC GmbH ist Dr. Jörg Baumgärtner. Er verfügt über langjährige Erfahrungen in Forschung und Entwicklung der tiefen Geothermie sowie in der Realisierung von Geothermieprojekten. ▪ Die anderen 50% an der Geox GmbH werden von einem weiteren EVU, der EnergieSüdwest AG, gehalten. |
| Finanzierung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Projektfinanzierung: Kombination von Eigenkapital, bürgschaftgesichertem Fremdkapital und Förderbeiträgen der öffentlichen Hand ▪ Ungefähr 50% der Investitionskosten entfielen auf die Explorationsphase. ▪ Die Pfalzwerke stellen bei Bedarf projektspezifische Bürgschaften für Bankdarlehen zu Gunsten der GEOX GmbH zur Verfügung. ▪ Die Beteiligungsverhältnisse und Finanzierungspartner auf Stufe Projekt werden für jedes Projekt neu definiert. Die Aktionäre sind dabei auch offen für Mehrheits- und Minderheitsbeteiligungen von Dritten. |



Anhang: II. Fallbeispiel Unteraching



| | |
|---|---|
| Technische Daten & Leistung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Bohrtiefe: ca. 3580 m ▪ Fördertemperatur: 130°C ▪ Nutzbare Wärme: 122°C – 60°C ▪ Fördermenge: 150 l/s (540 m³/h) ▪ Leistung elektrisch: 3.4 MW_{el} ▪ Leistung thermisch: 40 MW_{th} (nach Endausbau 2015 ca. 70 MW_{th}) ▪ Lagerstätte: Aquifer ▪ Offizielle Inbetriebnahme: Anfang 2008 / Projektdauer: 4 Jahre |
| Projektorganisation & Betriebsmodell | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Das Erdwärmekraftwerk wird von der Geothermie Unteraching GmbH & Co KG, welche eine 100% Tochter der Gemeinde Unteraching ist, betrieben. ▪ Die Nürnberger Wirtschaftsprüfungs-, Steuer- und Rechtsberatungskanzlei Rödl & Partner hatte sowohl in der Explorations- als auch in der Kraftwerksphase die Projektleitung. Das Projekt wurde in Zusammenarbeit mit technischen Partnern durchgeführt. ▪ Die geothermische Wärme wird zur Erzeugung von Strom und Wärme genutzt, wobei der Fokus auf der Wärmenutzung liegt. Zur Verteilung der Wärme wurde ein neues Fernwärmenetz realisiert. ▪ Die Anschlussgebühren an das Wärmeverteilnetz werden von der Gemeinde Unteraching subventioniert. ▪ Nachfolgeprojekte sind zur Zeit nicht geplant. |
| Trägerschaft | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Gemeinde Unteraching ist Projektträgerin und alleinige Inhaberin der Geothermie Unteraching GmbH & Co KG. ▪ Das Ziel der Gemeinde ist es, eine preisstabile und nachhaltige Energieversorgung der privaten Haushalte und ansässigen Unternehmen sicherzustellen. |
| Finanzierung | <ul style="list-style-type: none"> ▪ Die Investitionen in die Explorationsphase und das Kraftwerk wurden wie folgt finanziert (es bestehen keine Informationen über die Höhe des Investitionsvolumens): <ul style="list-style-type: none"> - 10% Eigenkapital - 57% reguläre, marktübliche Darlehen - 29% zinsgünstige, geförderte Darlehen - 4% Zuschüsse der öffentlichen Hand ▪ Es wurde erstmals in Deutschland eine private Fündigkeitsrisikoversicherung abgeschlossen. ▪ Die Gemeinde investierte zusätzlich EUR 40 Mio. in ein Fernwärmenetz von 22 Kilometer Länge. |



Anhang: III. Details zu Investitionskosten (Fallbeispiel)



- Investitionskosten Pilotprojekt

| | CHF | Anteil % von Gesamtinvestition |
|---|-------------------|-----------------------------------|
| 1 Vorstudien, Planung & Projektentwicklung | 3'000'000 | 8% |
| Machbarkeitsstudie | 1'500'000 | 4% |
| Projektplanung | 1'500'000 | 4% |
| 2 Bohrungen & Tests | 24'167'550 | 62% |
| Bohrmanagement und -ingenieure | 3'750'000 | 10% |
| Bohrungen, Tests | 20'417'550 | 52% |
| <i>Bewilligungen</i> | 750'000 | 2% |
| <i>Miete Bohrgeräte</i> | 4'200'000 | 11% |
| <i>Aufbau&Montage Bohrturm</i> | 1'200'000 | 3% |
| <i>Zementation</i> | 1'200'000 | 3% |
| <i>Verrohrung</i> | 3'000'000 | 8% |
| <i>Stimulationen</i> | 600'000 | 2% |
| <i>Bohrlochmessungen</i> | 450'000 | 1% |
| <i>Hydraulische u. andere Messungen</i> | 1'000'000 | 3% |
| <i>Richtbohrung</i> | 2'250'000 | 6% |
| <i>Miete Spezialwerkzeug</i> | 450'000 | 1% |
| <i>Entsorgung</i> | 750'000 | 2% |
| <i>Übrige Kosten (Strom/Diesel, Meisel, Spülung, Verschleisskosten)</i> | 1'500'000 | 4% |
| <i>Mikroseismisches Netzwerk</i> | 1'000'000 | 3% |
| <i>Produktionspumpe</i> | 1'000'000 | 3% |
| <i>Unvorhergesehenes (in % von Bohrungen)</i> | 1'067'550 | 3% |
| 3 Kraftwerkbau und -ausrüstung | 12'000'000 | 31% |
| Kraftwerk | 10'500'000 | 27% |
| Infrastruktur | 1'500'000 | 4% |
| Investitionsbetrag | 39'167'550 | 100% |

| | |
|--|--|
| Aquifer | Eine Lagerstätte von Grundwasser in Form eines Hohlraumes im Gestein, der geeignet ist, Grundwasser aufzunehmen und weiterzuleiten. Dieser Hohlraum kann ganz oder teilweise wassergesättigt sein. |
| Bandenergie | Bezeichnet die Nachfrage, welche während eines Tages in einem Stromnetz nicht unterschritten wird. Die darüber hinausgehende Nachfrage wird als Spitzenenergie bezeichnet. |
| Energieversorgungsunternehmen (EVU) | Unternehmen, welche entweder elektrische Energie erzeugen und über das öffentliche Stromnetz verteilen oder die Energieversorgung mittels Erdgas oder Wärme betreiben. Oftmals ist ein EVU auch Betreiber und Eigentümer eines Energieverteilnetzes (Strom, Gas, Fernwärme). |
| Fliessrate | Anzahl Liter Wasser pro Sekunde in der Verarbeitung. |
| Fördertemperatur | Temperatur (in °C) des vorgefundenen Thermalwassers in der Verarbeitung. |
| Fündigkeitsnachweis | Nachweis der in den Vorstudien angenommenen Fördertemperatur und Fließrate an einem Standort. Der Abfluss und die Temperatur des geothermischen Wassers am Bohrlochkopf sind die zwei Hauptparameter aus denen die nutzbare energetische Leistungsfähigkeit berechnet werden kann. |
| Hot-Dry-Rock- Systeme | <p>Synonyme: EGS (Enhanced Geothermal Systems), Deep Heat Mining (DHM), Hot Wet Rock (HWR), Hot Fractured Rock (HFR) oder Stimulated Geothermal System (SGS)</p> <p>Das Verfahren bezeichnet die künstliche Stimulation von heissem Gestein in einigen Kilometern Tiefe, um die Wasser- und Dampfdurchlässigkeit des Gesteins massiv zu erhöhen. Dabei wird mit einer Pumpe Wasser durch das Gestein gepresst. Ist der Wasserdruck hoch genug, erzeugt der Druck neuen Hohlraum im Gestein und erhöht dessen Durchlässigkeit. Das dadurch erschlossene Reservoir wird genutzt, indem kaltes Wasser - nun mit niedrigem Druck mittels einer Bohrung durch den neu geschaffenen Hohlraum gepresst - dem Gestein die Wärme entzieht, und als heisses Wasser oder Dampf mittels einer zweiten Bohrung wieder zu Tage gefördert wird.</p> |

| | |
|--|---|
| | <p>Auf der Oberfläche wird dem Wasser die Wärmeenergie mit einem Wärmetauscher entzogen. Die so gewonnene Energie kann zur Stromerzeugung oder Wärmeabgabe eingesetzt werden.</p> |
| Hydrothermale Geothermie | <p>Für die direkte Wärmenutzung und Stromerzeugung durch hydrothermale Geothermie sind drei Voraussetzungen notwendig: eine genügend hohe Temperatur von mindestens 70-100 °C, eine genügend hohe Gesteinsdurchlässigkeit und ein starker, produktiver Aquifer. In der Schweiz sind solche Geothermie Ressourcen ab Tiefen von 1.5 bis zu 5 km zu erwarten. In der hydrothermalen Geothermie wird das Wasser aus der Tiefe über eine Förderbohrung an die Oberfläche gepumpt, wo mittels Wärmetauscher Strom erzeugt oder ein Wärmenetz gespiesen wird. Das ausgekühlte Thermalwasser wird in einem Kreislauf über eine zweite Tiefenbohrung wieder in den Untergrund bzw. in das Aquifer zurückgeleitet.</p> |
| Internal Rate of Return (IRR) | <p>Diskontsatz, bei welchem der Nettobarwert aller negativen und positiven Cashflows gleich Null ist.</p> |
| Nettobarwert (Net Present Value, NPV) | <p>Entspricht dem Nettowert eines zukünftigen Vermögens (z.B. eines Cashflows) aus Sicht der Gegenwart. Der NPV beantwortet die Frage, wie viel ein zukünftiger Geldbetrag unter Einbezug der aktuellen Marktzinsen und des Anlagerisikos heute wert ist. Ist der Wert >0 wird mit einer Investition Wert geschaffen, beträgt der Wert ≤0 wird durch die Investition Wert vernichtet.</p> |
| Private Equity-Fund | <p>Anlagefonds mit Beteiligungen an privaten, nicht an der Börse kotierten Unternehmen.</p> |
| Public Private Partnership | <p>Kooperative Zusammenarbeit von öffentlichen Institutionen und privaten Wirtschaftssubjekten. Dabei wird oftmals privates Kapital und Fachwissen zur Erfüllung von staatlichen Aufgaben eingesetzt.</p> |
| Return on Investment (ROI) | <p>Beschreibt die Rendite des eingesetzten Kapitals und setzt den Jahresgewinn ins Verhältnis zum eingesetzten Kapital.</p> |

Anhang: IV. Glossar



Tiefe Geothermie

Die geothermische Energie wird über Tiefbohrungen erschlossen und kann direkt (ohne Einsatz von Wärmepumpen) genutzt werden. Dabei unterscheidet man **hydrothermale** Systeme (Aquifere) und **Hot-Dry-Rock-Systeme**. Bei Temperaturen über 80 - 100°C ist die Stromerzeugung aus der gewonnenen Wärme möglich.

Weighted Average Cost of Capital (WACC)

WACC bezeichnet die durchschnittlichen Kapitalkosten einer Unternehmung bzw. eines Projektes unter Berücksichtigung der Finanzierungsstruktur (Verhältnis Eigen- und Fremdkapital).