Kommunalwirtschaft

Sonderdruck aus der Kommunalwirtschaft Sparkassen 2007

Hydrothermale Geothermieprojekte im bayerischen Molassebecken und ihre Finanzierung

*Von Tanja Mönkhoff, Abteilungsdirektorin, BayernLB**

Energiepolitische Ausgangslage im Spannungsfeld der Endlichkeit fossiler Rohstoffe und dem Klimaschutz

Die fossilen Brennstoffe (Öl, Gas, Kohle) werden auf der Erde immer knapper. Zudem steigt der jährliche Verbrauch, nicht zuletzt durch die hohe Nachfrage aus boomenden Ländern, wie z.B. China. Die Folge sind steigende Preise (s. Grafik 1) mit entsprechend negativen Auswirkungen auf Haushalte und Wirtschaft. Experten gehen von einem Versiegen der Ölquellen in 30 bis 70 Jahren aus. Hinzu kommt die Abhängigkeit Europas von den Rohstoffreserven anderer Länder.
Bereits in 20 Jahren wird Europa über keine eigenen fossilen Brennstoffe mehr verfügen. Ohne Alternativen führt dies zu erheblichen Abhängigkeiten und damit zu einer Einschränkung der Souveränität. Ein weiteres und sehr aktuelles Thema ist dabei auch der Klimawandel, der laut des Anfang 2007 veröffentlichten UN-Berichtes nur durch eine schnelle und extreme Reduzierung des CO_2-Ausstoßes noch aufgehalten werden kann. Sollte dies nicht gelingen, werden allein auf Deutschland bis zum Jahr 2050 geschätzte Kosten i.H.v. 800 Mrd. EUR durch Schäden (Überflutungen, Stürme, etc.) zukommen. Ziel muss es daher sein, den Energieverbrauch zu reduzieren und

Tanja Mönkhoff

Grafik 1

Alternativen zu den fossilen Brennstoffen zu finden. Aber wo? Mittelfristig möglich, aber politisch höchst umstritten, ist der Ausstieg aus dem Ausstieg in Sachen Atomkraft. Kostengünstig und ohne CO_2-Emissionen, aber mit der Problematik der Endlagerung ausgebrannter Brennstäbe. Hinzu kommt, dass auch der Vorrat an Uran endlich ist und eine Abhängigkeit zu anderen Staaten besteht, da wir selbst kaum über Uranvorkommen verfügen. Als Alternative wird in einigen Jahrzehnten vielleicht die Kernfusion verfügbar sein. Es ist allerdings noch sehr ungewiss, ob diese technologisch und wirtschaftlich machbar sein wird. Selbst wenn man es schaffen sollte, einen funktionierenden Reaktor zu bauen, der mehr Energie liefert als verbraucht, ist bis zum heutigen Tag kein Weg bekannt, wie die bei der Fusion entstehenden Neutronen abgeschirmt werden können. Die daraus resultierende extrem schnelle Materialermüdung des Reaktors würde keinen wirtschaftlichen Betrieb ermöglichen. Der Abbau von Methanhydrat in den Ozeanen, der seit einiger Zeit als Lösung unserer zukünftigen Energieprobleme diskutiert wird, erscheint ebenfalls sehr fraglich. Ein Abbau ist technisch außerordentlich schwierig und heute noch gar nicht möglich. Zudem ist Methan für das Klima um ein vielfaches schädlicher als CO_2.

Einen Ausweg aus dem Dilemma bietet der sukzessive und konsequente Ausbau der regenerativen Energiequellen, da diese auf Dauer zur Verfügung stehen, technisch realisierbar und CO_2-neutral sind. Neben Wind, Wasser, Photovoltaik und Biomasse liegt gerade in der Nutzung der Geothermie ein enormes Potential.

Potential und Nutzungsformen der Geothermie

Das Innere unseres Planeten bietet einen schier unerschöpflichen Vorrat an Energie. Experten gehen davon aus, dass der Wärmeinhalt im Inneren der Erde unseren Energiebedarf für 30 Mio. Jahre decken könnte. Die Temperatur in den obersten Erdschichten nimmt dabei durchschnittlich um 3 Grad Celsius pro 100 m Tiefe zu.

In der Nutzung dieser Energie unterscheidet man zwischen der oberflächennahen Geothermie insbesondere für einzelne private Haushalte (dabei werden Wärmesonden bis maximal 100 m Tiefe in den Boden eingelassen) und der Tiefengeothermie, bei der unterhalb von 400 m Tiefe operiert wird. Der Betrieb eines Kraftwerkes oder eines Fernwärmenetzes ist in Deutschland nur im Rahmen der Tiefengeothermie möglich.
Geothermie ist weltweit bereits nach Wasserkraft die zweitgrößte natürlich genutzte Energiequelle zur Stromerzeugung. Bislang wurde diese jedoch hauptsächlich nur in vulkanischen Regionen der Erde, wo die Erdkruste sehr dünn ist, z.B. in Island oder in Teilen Italiens, in größerem Umfang genutzt. Weltweit verfügten geothermale Kraftwerke über eine installierte elektrische Leistung von rund 9.000 MW (ca. 500 Kraftwerke zwischen 2 und 100 MW) und geothermale Heizanlagen über eine thermische Leistung von mehr als 20.000 MW. Die Tiefengeothermie steckt allerdings weltweit in den Kinderschuhen. Doch gerade im südlichen Bayern geht die Entwicklung aufgrund der äußerst günstigen geologischen Voraussetzungen mit großen Schritten voran.

Das Bayerische Molassebecken

Das Molassebecken erstreckt sich von Schwaben, über Oberbayern und Teile des südlichen Niederbayerns bis nach Oberösterreich (s. Grafik 2). Das Besondere ist dabei der Wasser führende Malmkarst, eine noch als schwäbische und fränkische Alb an der Oberfläche zu sehende Kalksteinschicht, die Richtung Alpennordrand bis auf eine Tiefe von rund 4.000 m unter NN absinkt und dadurch immer wärmer wird (s. Grafik 3). Aufgrund der zerklüfteten Struktur des Malmkarstes ist diese Schicht sehr gut Wasser führend und bietet mit einem Volumen von rund 300 Mrd. m^3 Wasser das bedeutendste Reservoir geothermischer Energie in Mitteleuropa. Experten rechnen mit einem geothermischen Potential von mind. 500 MW elektrisch und 2.000 MW thermisch. Derzeit sind rund 50 Projekte mit Stromerzeugung und weitere 30 Projekte nur mit Wärmeversorgung in Planung. Das dazugehörige geschätzte Investitionspotential liegt bei 1,5 – 2 Mrd. EUR in den nächsten Jahren. Durch das hohe Erkundungs-Know-How (es gibt ca. 500 Erdöl und Erdgasbohrungen zwischen 1.000 und 6.000 m in diesem Gebiet) liegt die Fündigkeitswahrscheinlichkeit bei einer Bohrung bei über 90%. Die letzten erfolgreichen Bohrungen wurden in Pullach und Unterhaching durchgeführt. Die dazu notwendigen Bohrtechniken sind langjährig erprobt und stammen aus der Eröl- und Erdgasindustrie.

Technologische Nutzung von Geothermie

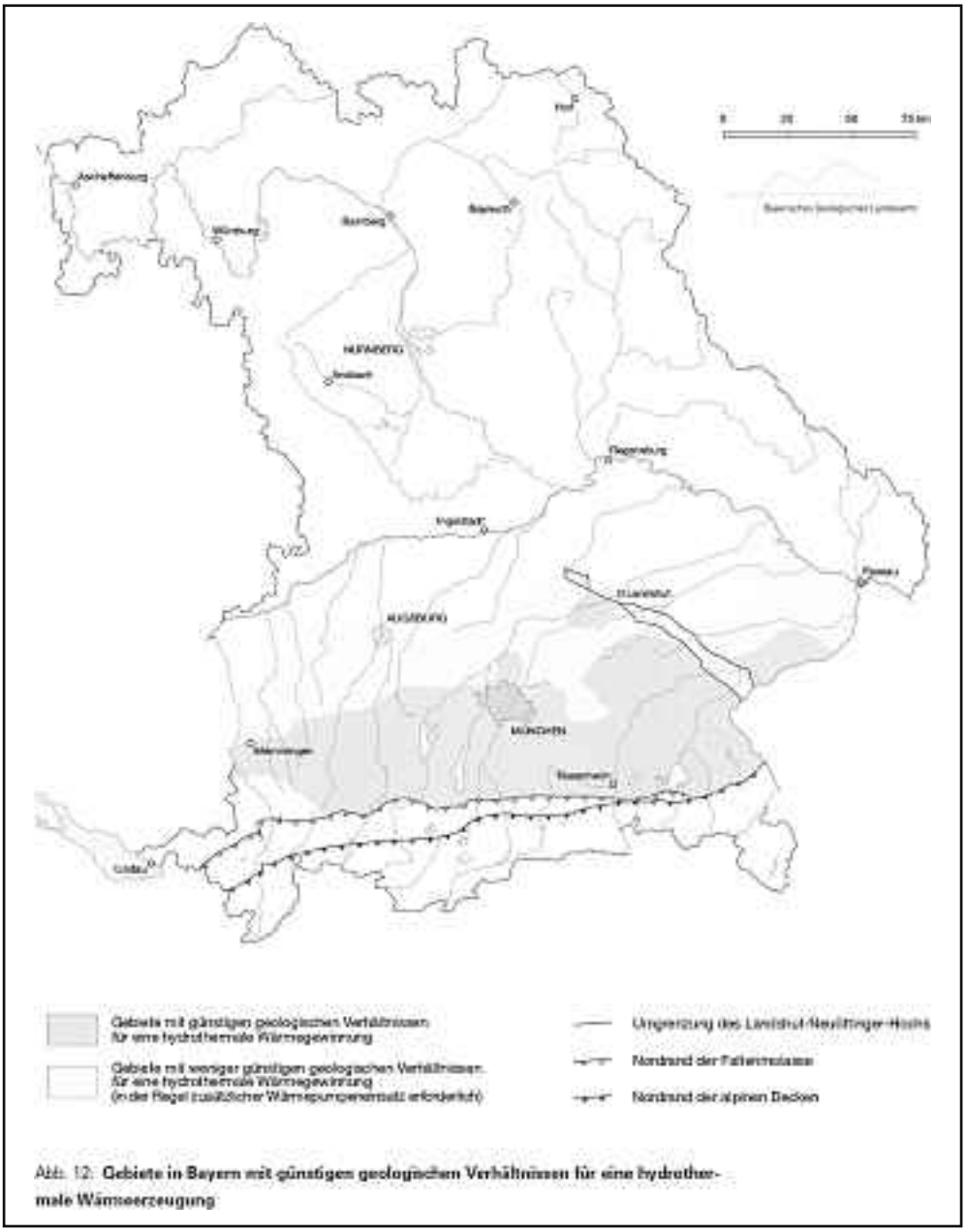
In nicht vulkanischen Gebieten kommen vorrangig zwei verschiedene Systeme zum Einsatz:

I) Petrothermale Systeme (Hot-Dry-Rock-Systeme)

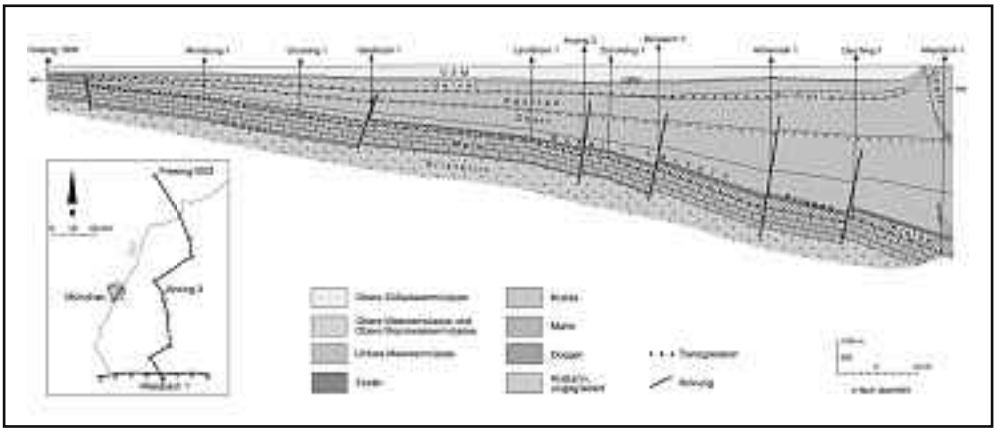
Mit Hilfe von petrothermalen Systemen möchte man die Wärme von heißem Gesteinen (Hot Dry Rock) in größerer Tiefe nutzen, die von Natur aus kein Wasser führen. Da jedoch für eine energetische Nutzung ein Wärmeträger (Wasser) notwendig ist, muss zwischen zwei Bohrungen eine Durchlässigkeit für Wasser geschaffen werden, das von der Erdoberfläche runter gepumpt wird, sich dann im Gestein erhitzt und im anderen Bohrloch wieder hoch gepumpt wird. Dieses ist allerdings technisch sehr aufwändig und technologisch mit großen Risiken behaftet. Derzeit wird versucht, ein derartiges Projekt im Rheingraben (Bad Urach) zu realisieren. Für das Bayerische Molassebecken ist diese Technik nicht notwendig.

II) Hydrothermale Syteme

Durch den Wasser führenden Malmkarst eignet sich das bayerische Molassebecken optimal für hydrothermale Systeme. Dabei zirkulieren die vorhandenen Thermalwässer zwischen zwei zu bohrenden Brunnen (Förder- und Injektionsbohrung) über den vorhandenen natürlichen Grundwasserleiter (Aquifer). Dabei ist lediglich zu beachten, dass die Brunnen einen ausreichend großen Abstand zueinander haben, damit es zu keinem „Kurzschluss“ kommt und sich das Wasser im Aquifer



Grafik 2: Gebiete in Bayern mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Wärmeerzeugung; Quelle: Bayerischer Geothermieatlas, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2004.



Grafik 3: Profil durch das Molassebecken zwischen Freising und Miesbach (Nach Lemcke 1988); Quelle: Bayerischer Geothermieatlas, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2004.

nicht abkühlt. In der Regel reicht dafür ein Abstand von 2 km aus.

Wichtig für die Art der energetischen Nutzung (Wärme, Strom) und den wirtschaftlichen Erfolg sind zwei Komponenten:
Temperatur des Wasser und Schüttung (Liter pro Sekunde). Eine Wärmeversorgung rechnet sich ab einer Temperatur von 70 Grad Celsius und einer Schüttung von 40 – 70 l/sec. Die Anforderungen an die Stromerzeugung sind deutlich höher. Diese setzt eine Temperatur von mindestens 100 Grad Celsius sowie eine Schüttung von 100 l/sec voraus. Aus diesem Grund kommen für die Stromerzeugung i.d.R. nur Gebiete südlich einer Linie von München in Frage (s. Grafik 4), da aufgrund der tieferen Lage des Malmkarstes in dieser Region mit höheren Temperaturen zu rechnen ist.

Gründliche geologische Untersuchungen vor Beginn der ersten Bohrung sind daher nicht nur vor dem Hintergrund notwendig, ob und wo man überhaupt fündig wird, sondern auch, um die Frage nach Strom- und/oder Wärmeerzeugung zu klären. Für eine Stromerzeugung ist u.a. ein größerer Durchmesser des Bohrloches notwendig. Rechnet man nur mit Wärmeerzeugung sollte man gleich einen kleineren Durchmesser wählen, da die Kosten dafür deutlich geringer sind.

Bei einer rein thermalen Nutzung wird die Wärme des Thermalwassers über einen Wärmetauscher an ein Fernwärmenetz übergeben. Wichtig ist in diesem Zusammenhang, dass ausreichend Backup-Kapazitäten mittels Öl-/Gasbrenner vorhanden sein müssen, um mögliche Ausfallzeiten beim Thermalwasser und Spitzenlasten in der Heizperiode auszugleichen.

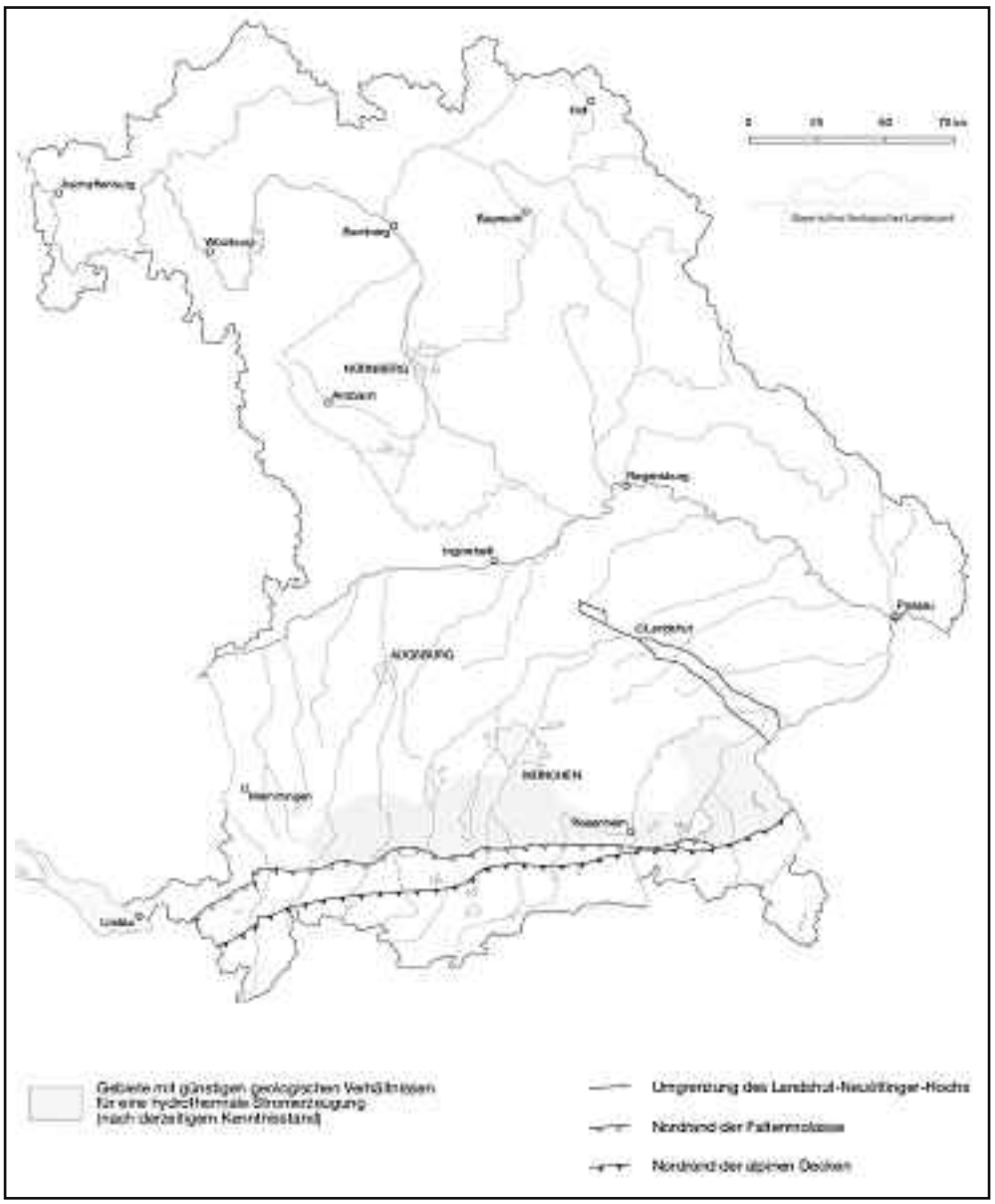
Für die Stromerzeugung kommen das konventionelle ORCVerfahren (Organic-Ranking-Cycle), das u.a. auch bei Biomassekraftwerken eingesetzt wird oder das Kalina-Ver-

fahren zum Einsatz. Der wesentliche Unterschied zwischen den beiden Verfahren besteht darin, dass beim Kalina-Verfahren durch die Verwendung eines Ammoniak-Wassergemisches bis zu 140 Grad Celsius ein höherer Wirkungsgrad bei der energetischen Nutzung erreicht wird. Das erste Kalina-Kraftwerk in Deutschland wird aktuell in Unterhaching gebaut. Ein weiteres Kalina-Kraftwerk steht bereits in Island.

Wirtschaftlich sinnvoll und von politischer Seite gewollt ist die Kraft-Wärme-Kopplung, bei der die Restwärme des Thermalwassers nach der Stromerzeugung noch für eine Fernwärmeversorgung genutzt wird (so auch in Unterhaching). Dabei kann in gewissen Grenzen auch flexibel agiert werden. So ist es möglich, im Winter mehr Energie in das Fernwärmenetz zu leiten und die Stromproduktion zu drosseln, während im Sommer mehr Strom produziert wird. Damit dies ohne Interessenskonflikte funktioniert, erscheint es allerdings sinnvoll, dass das gesamte Projekt im Eigentum der Kommune ist.

Grundsätzliche wirtschaftliche Rahmenfaktoren

- Sicherung der Aufsuchungserlaubnis in einem Erfolg versprechenden Claim.
- Erfolgreiche und fundierte geologische und seismische Untersuchungen.
- Erstellung einer Projektstudie (Machbarkeitsstudie)
- Rechtzeitige Sicherung von Bohrgerät und erfahrenem Personal. Bohrgeräte sind derzeit sehr knapp und oft nur zu hohen Preisen erhältlich. Dies kann die Wirtschaftlichkeit des Projektes erheblich beeinflussen.
- Förderung durch das Erneuerbare Energie Einspeisegesetz (EEG) bei Netzeinspeisung von Strom.
- Gegebenenfalls ist eine Versicherung des Bohrrisikos sinnvoll. Jedoch sind die Kosten für derartige Versicherungen sehr hoch und gehen zu Lasten der Wirtschaftlichkeit.
- Sicherung der Ressourcen eines erfahrenen Kraftwerkbauers mit schlüsselfertiger Übergabe zum Festpreis und Vollwartungsvertrag.
- Frühzeitige erfolgreiche Vermarktung der Fernwärme an Haushalte und/oder Unternehmen bzw. kommunale Eigennutzung.



Grafik 4: Gebiete in Bayern mit günstigen geologischen Verhältnissen für eine hydrothermale Stromerzeugung; Quelle: Bayerischer Geothermieatlas, Bayerisches Staatsministerium für Wirtschaft, Infrastruktur, Verkehr und Technologie, 2004.

Ungefähre wirtschaftliche Eckdaten

- Kosten für 2 Bohrungen: ca. 8-10 Mio. EUR
- Gesamtkosten für ein Projekt mit Kraft-Wärme-Kopplung: ca. 50 Mio. EUR
- Gesamtkosten für ein reines Fernwärmeprojekt: ca. 25 Mio. EUR
- Vorlaufzeit ab Aufsuchungserlaubnis: 1-2 Jahre
- Bauzeit: mindestens 2 Jahre inkl. Bohrungen
- Betriebsdauer: mind. 20 Jahre

Die bisherigen Erfahrungen zeigen, dass die tatsächlichen Kosten rund 30% höher, als die ursprünglich geplanten Kosten sind.

Projektphasen und deren Finanzierung

I) Bohrphase mit Erschließung (Produktionsstätte, Thermaltrasse, etc.)

Der Abschnitt bis zur erhofften Fündigkeit beinhaltet die größten Risiken. Neben der Frage, ob und mit welcher Qualität man fündig wird, beinhaltet auch die Bohrung selbst viele Kosten treibende Risiken. Das zeigen die bisherigen Projekte. Das Spektrum reicht von abgebrochenen Bohrköpfen bis hin zu verschiedenen Stimulierungsmaßnahmen, um die Fündigkeit zu verbessern. Es gibt dabei keinen Festpreis. Jeder zusätzliche Tag kostet viel Geld. Eine Versicherung des Bohrrisikos ist nur bei wenigen

Versicherungen möglich, kostet viel und beinhaltet nicht die Absicherung des Fündigkeitsrisikos, welches extra zu versichern wäre. Bislang waren jedoch alle Bohrungen erfolgreich, einige sogar mit besserer Fündigkeit, als erwartet.

Eine Finanzierung mittels Fremdkapital kann aufgrund des hohen Risikos nicht zum Tragen kommen. Notwendig ist in dieser Phase eine Finanzierung über Eigenmittel, ggf. kommunalverbürgte Kredite (sofern Haushalts- und EU-rechtlich möglich) oder über einen Risikofonds.

II) Bau und Betrieb des Kraftwerkes bzw. des Fernwärmenetzes

Ab dieser Phase ist eine strukturierte Finanzierung unter Einbindung von Fremdkapital (unverbürgte Bankdarlehen) grundsätzlich möglich.

Finanzierung geothermaler Projekte für Kommunen und kommunalnahe Unternehmen im Rahmen einer strukturierten Finanzierung

Die folgenden Überlegungen und Informationen sollen Ihnen einen Überblick verschaffen, mit welchen Überlegungen eine Bank an eine strukturierte Finanzierung eines Geothermieprojektes herangeht. Diese Ausführungen nehmen für sich jedoch weder Vollständigkeit noch Ausschließlichkeit für sich in Anspruch. Jedes Geothermieprojekt ist, wie jede andere Projektfinanzierung auch, einzigartig. Daher wird es immer nur individuelle Lösungen geben, die sich im Grundsatz aber an diesen Überlegungen orientieren.

Voraussetzung für die Finanzierung einer Geothermiegesellschaft ist die Erstellung einer Projektstudie durch einen unabhängigen Gutachter oder Wirtschaftsprüfer. Darin soll folgendes enthalten sein:
- die wirtschaftliche Machbarkeit (u.a. Kostenrahmen, Finanzierung, Cash-Flow)
- die technische Machbarkeit
- die Verfügbarkeit von Ressourcen (Mensch, Maschinen, Flächen, Material und Zeit)
- die organisatorische Umsetzung

Der zentrale Punkt der wirtschaftlichen Machbarkeitsprüfung ist die Finanzplanung („Financial Model“), mit der die Entwicklung des Cash-Flow über die gesamte Finanzierungsphase prognostiziert wird. Dabei ist der Cash-Flow wie folgt definiert:

Cash-Flow = zahlungsbedingte Einnahmen – zahlungsbedingte Ausgaben

Der Cash-Flow ist die primäre Rückzahlungsquelle einer Finanzierung. Er soll Forderungen grundsätzlich in folgender Reihenfolge bedienen:
- Steuern
- Zinsen für Fremdkapital
- Aufwendungen für Personal, geplante Investitionen und Betriebsmittel
- Tilgung des Fremdkapitals (innerhalb von max. 20 Jahren ab Beginn der Produktion)

Zuletzt:
- Ausschüttungen (Dividenden) auf das Eigenkapital

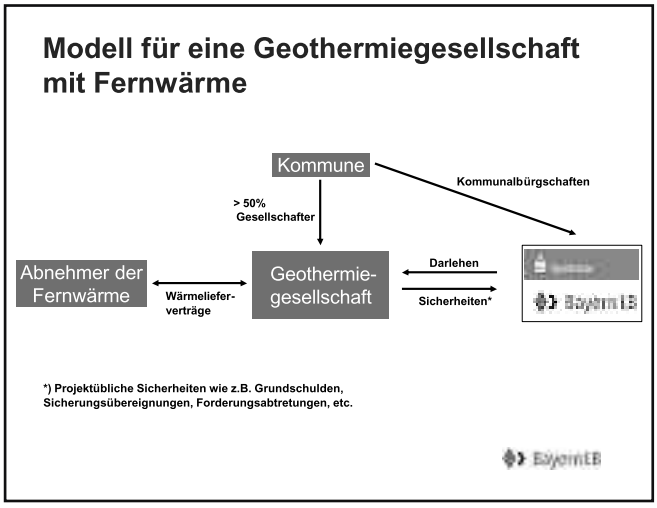
Auf Basis realistischer Szenarien werden von der Bank Sensitivitätsanalysen durchgeführt. Neben der Ermittlung der wirtschaftlichen Tragfähigkeit resultiert daraus auch die Ermittlung des für die Finanzierung notwendigen Eigenkapitals, ggf. Nachrangkapitals und Fremdkapitals und deren Verhältnis zueinander.

Beispiel:
Die Gesamtinvestition in ein Geothermieprojekt mit Fernwärmenetz beträgt 25 Mio. Euro. Aus den prognostizierten Cash-Flows ergeben sich exemplarisch folgende Anforderungen für das Verhältnis aus Fremd- und Eigenkapital:
- 10 Mio Euro notwendiges Eigenkapital zuzüglich einem Risikopuffer im Fall einer Kostenüberschreitung
- 15 Mio. Euro maximal mögliches Fremdkapital.

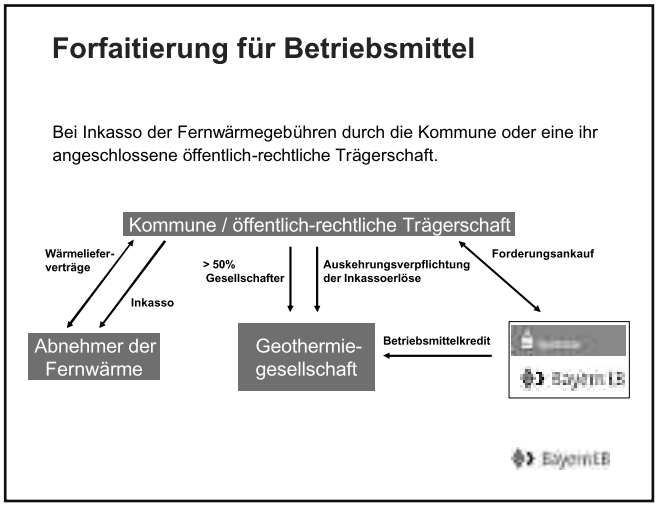
Für das Eigenkapital sind in diesem Beispiel folgende Varianten denkbar:
I) Einzahlung von 10 Mio. EUR echtem Eigenkapital in die Geothermiegesellschaft.
II) Einzahlung von 5 Mio. EUR echtem Eigenkapital und Substitutuion der restlichen 5 Mio. EUR über ein kommunalverbürgtes Darlehen, welches jedoch erst nach vollständiger Tilgung des nicht verbürgten Fremdkapital getilgt wird.
III) Alternativ zur unter II) genannten Kommunalbürgschaft wäre analog auch eine EK-Nachschusspflicht oder ein Verlustübernahmevertrag denkbar.

Bei den Varianten II) und III) sind Haushalts- und EU-rechtliche Gesichtspunkte zu beachten.

Für den unverbürgten Finanzierungsanteil (in diesem Beispiel max. 15 Mio. EUR) sind zudem projektübliche Sicherheiten,



Grafik 5



Grafik 6

wie z.B. Grundschulden, Sicherungsübereignungen, Forderungsabtretungen, etc., notwendig (s.a. Grafik 5).

Bei einer strukturierten Finanzierung ohne umfassende kommunale Haftung gibt es eine Reihe grundsätzlicher Auflagen:
- die Vorlage der Gemeinde- bzw. Stadtratsbeschlüsse zum Projekt
- die Vorlage der oben erläuterten Projektstudie
- eine nachweislich breite Abnehmerstruktur für die Fernwärme
- der Nachweis des projekttypischen Versicherungsschutzes
- die Einhaltung von Informationspflichten (Quartalszahlen; Jahresabschlüsse)
- die Einhaltung bestimmter, im Einzelfall gemeinsam zu definierender, projekttypischer Finanzkennzahlen; z.B.
  - Eigenkapitalquote
  - Verschuldungsgrad

Zudem sollen alle Zahlungen der Gesellschaft ausschließlich über ein Konto bei der finanzierenden Bank laufen.

Nach der Zusage der Finanzierung kommen grundsätzlich noch folgende Voraussetzungen vor einer Auszahlung zum Tragen:
- die schriftliche Bestätigung des Erfolgs der Bohrungen durch Sachverständige
- die rechtswirksame Bestellung der Sicherheiten
- die unterzeichnete Vertragsdokumentation (Kreditvertrag, Sicherheitenverträge)
- die Erfüllung der Offenlegungspflichten gem. § 18 KWG
- die Vorlage aller für das Projekt wesentlichen rechtsverbindlich unterschriebenen Unterlagen (z.B. Wärmelieferverträge, rechtsaufsichtliche Genehmigungen, behördliche Genehmigungen, Einzahlung des vereinbarten EK auf ein Konto bei der finanzierenden Bank, GU-Vertrag, Gewährleistungsbürgschaften der Projektanten, etc.)

Sofern das Inkasso der Fernwärmegebühren durch die Kommune selbst oder eine ihr angeschlossene öffentlichrechtliche Trägerschaft erfolgt, kann die Finanzierung von Betriebsmitteln über eine Forfaitierung erfolgen (s. Grafik 6). Dabei kauft die Bank die Forderungen aus den Wärmelieferverträgen an und stellt sie barwertig der Geothermiegesellschaft als Betriebsmittelkredit zur Verfügung. Über diesen Weg kann der Betriebsmittelkredit kostengünstiger zur Verfügung gestellt werden.

Selbstverständlich werden bei der Strukturierung der Finanzierung auch Förderprogramme der KfW, der EIB und ggf. weiterer Dritter berücksichtigt. Wesentlicher Aspekt im Rahmen der Förderung ist für die Stromerzeugung zudem das Energieeinspeisegesetz (EEG), wodurch der Cash-Flow deutlich verbessert wird.

Erfahrung der BayernLB

Die BayernLB verfügt als eine der größten deutschen Banken über umfangreiche und langjährige Erfahrungen mit strukturierten Finanzierungen. Dabei steht auch gerade die Finanzierung von Projekten mit regenerativen Energien im Fokus. Aktuell ist dabei nach der Finanzierung mehrerer Photovoltaikgroßanlagen die Finanzierung des derzeit größten Geothermieprojektes in Unterhaching zu nennen, die die BayernLB zusammen mit der Kreissparkasse München Starnberg und der KfW dargestellt hat. Auch bei zukünftigen Projekten wird die BayernLB weiterhin eng mit der jeweiligen örtlichen Sparkasse zusammenarbeiten, um den Kommunen eine umfassende und optimale Betreuung mit regionalem Bezug zu bieten.

Kontakt:
Tanja Mönkhoff
Abteilungsdirektorin
Bayerische Landesbank
-2153- Zielkunden- und Vertriebspartnerbetreuung
Bayerische Kommunalkunden
Brienner Str. 18, 80333 München
Tel.: 089 / 2171-22013, Fax: 089 / 2171-22090
E-Mail: tanja.moenkhoff@bayernlb.de, www.bayernlb.de

* Die Autorin ist Leiterin der Zielkunden- und Vertriebspartnerbetreuung in der Abteilung Bayerische Kommunalkunden der BayernLB sowie Sprecherin des Kommunalen Kompetenz-Centers der Sparkassen-Finanzgruppe Bayern.