

## Bericht des Gemeinderats

### **Postulat Fraktion GB/JA! (Stéphanie Penher/Natalie Imboden, GB) vom 04. Dezember 2008: EnergieWendeBern; Geothermie - Potential und Realisierbarkeit für Bern abklären (08.000406)**

In der Stadtratssitzung vom 22. Oktober 2009 wurde das folgende Postulat erheblich erklärt:

Wärme aus der Erde ist für Strom und Wärme nutzbar. Im Erdinneren entsteht durch natürliche Prozesse viel Wärme. Diese kann auf unterschiedliche Weise ans Tageslicht befördert, und in Form von Wärme und Strom genutzt werden. Je tiefer man bohrt, desto höher in der Regel die Temperatur:

- Die Tiefe Geothermie nutzt die bis zu 200°C hohen Temperaturen in mehreren Tausend Metern Tiefe und kann damit ganze Stadtquartiere beheizen und mit Strom versorgen. In Basel wurde ein solches „Deep-Mining-Project“ in der Pilotphase wegen unerwarteter Erdbebenauslösung im Dezember 2006 sistiert. Kürzlich hat das Parlament einen Kredit für eine vertiefte Risikoanalyse beschlossen. In St. Gallen soll ab 2012 die Hälfte des Energiebedarfs aus Erdwärme gewonnen werden (Tagesanzeiger, 2.12.2008). Eine von Kanton und Bund mitfinanzierte Machbarkeitsstudie kommt zum Schluss, dass St.Gallen aus geologischen Gründen für die Nutzung von Erdwärme ideal geeignet ist.
- Die Geothermie bei mittlerer Temperatur (20-70°C) in 300-1000 Meter Tiefe nutzt die Wärme des Grundwassers, das in sedimentären Gesteinen zirkuliert. Es kann zur Wärme-gewinnung genutzt werden. In Riehen bei Basel wird auf diese Weise Wärme für das Fernwärmenetz erzeugt. Doch auch Thermalbäder und Anlagen bei Tunnels können diese Wärme nutzen.
- Die Geothermie bei niedrigen Temperaturen (8-20°C) in weniger als 150 Meter Tiefe kann ebenfalls für die Wärmeproduktion genutzt werden. Häufig werden Erdwärmesonden (vertikal verlegte Wärmetauscher) eingesetzt, um Wärmepumpen mit der nötigen Erdwärme zu versorgen. Einzelne Gebäude können so je nach Bedarf gekühlt oder geheizt werden. Auch Grundwasser und Tunnelwärme können zu diesem Zweck genutzt werden.

In Zürich setzt das Triemlispital in kleinerem Ausmass auf geothermische Energieträger.

Gemäss Verordnung über den Fonds für erneuerbare Energien (Ökofonds) von Energie Wasser Bern Art. 2 gehört Geothermie zu den förderungswürdigen Vorhaben. Dazu gehören sowohl Forschungs- und Entwicklungsvorhaben, Pilotprojekte sowie Entwicklung, Erstellung, Sanierung, Ausbau und Betrieb von Anlagen.

Neben der Unterstützung von kleineren Anlagen, soll Bern auch ein grösseres Projekt evaluieren, welches einen substantiellen Beitrag für die Energieversorgung mit erneuerbaren und CO2-freien Energien der Stadt leisten kann.

Der Gemeinderat wird gebeten in Zusammenarbeit mit EnergieWasserBern (ewb) folgende Anliegen zu prüfen

1. Zu prüfen, wie in Bern ein grösseres Geothermie-Projekt realisiert werden kann. Dafür ist eine Machbarkeitsstudie (Geologie, Technologie etc.) zu erarbeiten. Dabei sind die Bedingungen für die – erdbebensichere – Gewinnung von Erdwärme in Bern aufzuzeigen. Für die Machbarkeitsstudie soll die Zusammenarbeit mit interessierten Kreisen (u.a. Bund, Region, Kanton, Wirtschaft, Wissenschaft etc.) gesucht werden.
2. Bei (neuen) stadteigenen Gebäuden zu prüfen, ob geothermische Wärme- oder Energiegewinnung möglich ist.
3. Abzuklären inwiefern private BauherrInnen (Industrie-, Gewerbe-, Dienstleistungen und Wohnliegenschaften) unterstützt werden können, Geothermie zur Energieversorgung zu verwenden.

Bern, 04. Dezember 2008

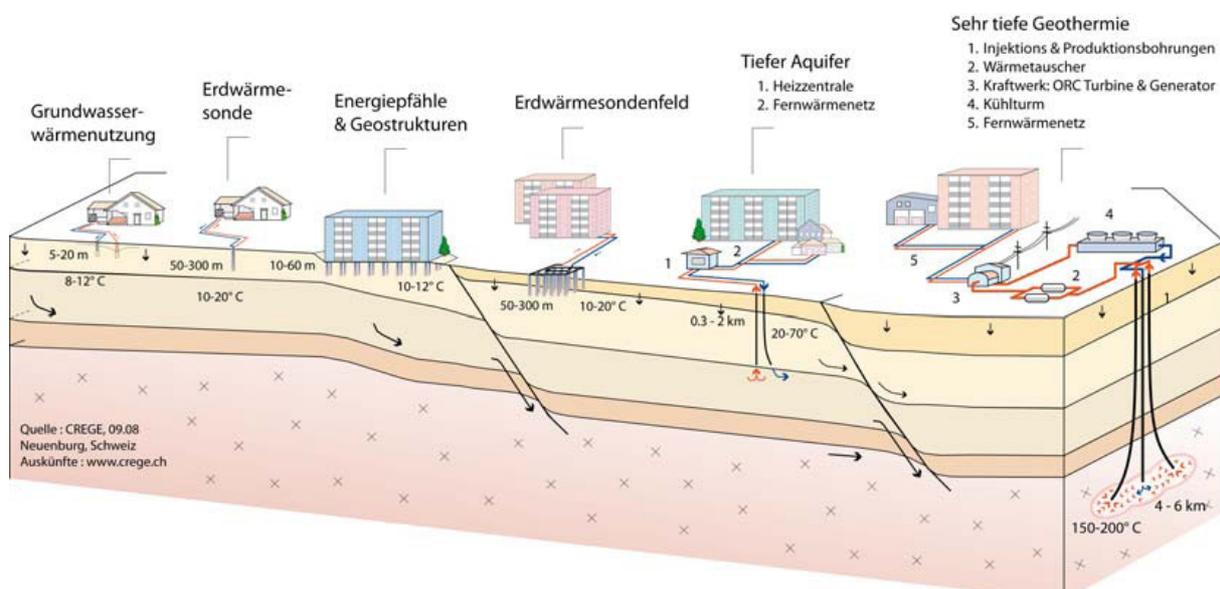
*Postulat Fraktion GB/JA! (Stéphanie Penher/Nathalie Imboden, GB), Hasim Sancar, Urs Frieden, Christine Michel, Emine Sariaslan, Anne Wegmüller, Lea Bill*

### Bericht des Gemeinderats

Die Beantwortung des Postulats erfolgte in Zusammenarbeit mit ewb.

Das Postulat spricht alle bekannten Formen der Geothermie<sup>1</sup> an, fordert aber unter Punkt 1 zu prüfen, ob und wie in der Gemeinde Bern ein grösseres Geothermie-Projekt realisiert werden kann. Der Gemeinderat geht davon aus, dass es sich dabei um die Prüfung der Voraussetzungen für ein tiefergeothermisches Kraftwerk handelt, welches sowohl für die Strom- als auch für die Wärmeproduktion genutzt werden kann.

<sup>1</sup> Die im Untergrund gespeicherte Wärme bietet prinzipiell eine Vielzahl von Nutzungsmöglichkeiten auf unterschiedlichen Tiefen- bzw. Temperaturniveaus. Das Spektrum umfasst hierbei die oberflächennahe Erschliessung zu Heiz- oder Kühlzwecken aus Tiefen von mehreren bis einigen hundert Metern und reicht bis hin zur Stromproduktion aus Tiefen von 3 km bis über 5 km.



**Ausgangslage:**

In der Schweiz beschränkt sich die heutige Erdwärmenutzung noch ausschliesslich auf die Wärme- und Kälteerzeugung. Der Fokus liegt hierbei deutlich auf der oberflächennahen Geothermie.<sup>2</sup> Die Nutzung tieferer Aquifere<sup>3</sup> macht weniger als ein Prozent der gesamtschweizerischen geothermischen Heizenergie aus. Im Jahr 2008 betrug die aus geothermischen Quellen produzierte Wärme rund 2 040 GWh, wobei der Anteil der erneuerbaren geothermischen Energie bei etwa 1 530 GWh lag (*Quelle: Geowatt, 2009*). Der grösste Teil stammt dabei von Erdwärmesonden-Systemen (70 %). Von untergeordneter Bedeutung sind Thermalbad-Anwendungen (19 %) oder die Nutzung von oberflächennahem Grundwasser (10 %). Die durch Erdwärme erzeugte Heizenergie liefert zurzeit mit knapp zwei Prozent zwar noch einen geringen Beitrag zur gesamten Wärme- und Warmwassererzeugung in der Schweiz, die Tendenz ist aber stark steigend.

Beträgt die Temperatur einer geothermischen Wärmequelle über 100° C, so kann mit den derzeit bekannten Möglichkeiten eine Umwandlung der Wärme in Strom wirtschaftlich sein. Da es im Untergrund des schweizerischen Mittellands mit typischerweise rund 30° C pro Kilometer zunehmend wärmer wird, ist diese minimal geforderte Temperaturmarke in etwa 3 km Tiefe anzutreffen. Die untere Begrenzung einer Geothermiebohrung wird von der verfügbaren Bohrtechnologie vorgegeben und beträgt mit der heutigen Technik ca. 7 - 10 Kilometer. Die aktuell wirtschaftlich erreichbare Tiefe liegt bei rund 5 Kilometern.

*Zu Punkt 1:*

**Grundlagen:**

Eine Studie des Paul Scherrer Instituts<sup>4</sup> schätzt das theoretische geothermische Potenzial für die Schweiz in einer Tiefe von 3 - 7 Kilometern auf etwa 15 900 000 TWh (Terawattstunden). Mit einem Gewinnungsfaktor von 4 % und einem Wirkungsgrad bei der Stromproduktion von rund 10 % kann somit eine potenzielle totale Elektrizitätsgewinnung von rund 63 700 TWh angenommen werden. Der Stromverbrauch in der Schweiz beträgt pro Jahr 59 TWh. Gemäss Angaben der AXPO produzieren zwei Kernkraftwerke zusammen rund 17 TWh pro Jahr.

Um den Kenntnisstand der lokalen geologischen Gegebenheiten auf das notwendige Niveau zu bringen, sind umfangreiche Erkundungen des Untergrunds unumgänglich. Sowohl zum Nachweis, ob heisses Wasser aus genügend durchlässigen Schichten gefördert werden kann, als auch zur Entwicklung eines stimulierten geothermischen Systems braucht es zwingend Erkundungsbohrungen bis auf Tiefen von 3 000 bis 5 000 Meter.

Da der Wissensstand auf dem Gebiet der hydrothermalen Geothermie im Vergleich zur petrothermalen Technologie<sup>5</sup> als deutlich höher einzustufen ist, könnten Entwicklungs- oder Pilotprojekte in naher Zukunft insbesondere auf die Erschliessung von tiefen Aquifere fokussiert sein, bis weitere zusätzliche Kenntnisse über den tiefen Untergrund vorliegen und die weltweite EGS-Technologie<sup>6</sup> weiterentwickelt ist.

Mit steigenden Erkenntnissen über die technologischen Voraussetzungen zur Nutzung der petrothermalen Geothermie kann in einigen Jahren auch diese Art der Energie- und Wärme-

<sup>2</sup> < 400 m Tiefe

<sup>3</sup> Wasserführende Schichten

<sup>4</sup> PSI, 2005; Ganzheitliche Betrachtung von Energiesystemen, PSI-Bericht No 5

<sup>5</sup> Petrothermale Systeme: Erschliessung des «dichten» und «trockenen» Untergrundes durch eine künstliche Erhöhung der vorhandenen Wasserdurchlässigkeit zur Erzeugung eines Wärmetauschers (Enhanced Geothermal Systems, EGS, auch Hot-Dry-Rock, HDR genannt).

<sup>6</sup> Enhanced geothermal systems, siehe FN 5

gewinnung angegangen werden. Generell sind dazu allerdings noch grosse Anstrengungen in der Grundlagen- und angewandten Forschung zu unternehmen<sup>7</sup>.

Die petrothermale Tiefengeothermie bedingt immer auch ein Aufbrechen des trockenen Untergrunds, damit der Wärmeträger in genügendem Ausmass durch den Untergrund fließen kann. Nach aktuellem Stand der Technik sind heute zwei Verfahren dazu bekannt:

- In kalkhaltigem Gestein kann die Porosität des Untergrunds durch Säuren künstlich vergrössert werden.
- Dichtes Silikatgestein kann mit hohem Druck aufgebrochen werden. Dieses Verfahren beinhaltet allerdings das Risiko von Erschütterungen und künstlich hervorgerufenen Erdbeben.

#### **Erkenntnisse aus der Vorstudie von ewb:**

Im Rahmen des Grundlagenberichts zur Erarbeitung eines kommunalen Energierichtplans für die Stadt Bern, wird als mögliche Massnahme zur substanziellen Erhöhung der Eigenversorgung der Gemeinde mit erneuerbarer Energie auch eine „Machbarkeitsstudie Geothermie in Stadt und Region Bern“ vorgeschlagen. Dabei sollen auch die Möglichkeiten und das Potenzial der Nutzung von Tiefen-Geothermie in der Stadt und Region Bern mit folgenden Zielen geprüft werden:

- Steigerung der jährlichen Elektrizitätserzeugung aus erneuerbaren Quellen
- Den Ausstieg aus der Atomenergie zu ermöglichen

Sowohl die Eignerstrategie als auch die Produktionsstrategie von ewb fokussieren auf den Ausbau der erneuerbaren Energien. Mit dem kommunizierten Ziel, bis 2039 aus der Atomkraft auszusteigen, ergibt sich zudem eine zeitliche Vorgabe zur Substitution des Atomstroms.

Im Rahmen der Produktionsstrategie hat sich ewb entschieden, Know-how im Bereich von alternativen Technologien zur Strom- und Wärmeerzeugung aufzubauen. Zu nennen sind hier neben CSP<sup>8</sup> und Wind Offshore<sup>9</sup> auch die Geothermie. Als Zeithorizont wird das Thema Geothermie in Zusammenhang mit der Lebenszeit der KVA Forsthaus gebracht, mit der Absicht ungefähr im Jahr 2033 die Produktion Forsthaus durch eine Anlage zur Gewinnung von tiefengeothermischer Energie zu substituieren.

Aufgrund dieser Rahmenbedingungen hat ewb in der Folge für eine erste Vorstudie „Geothermie“ Fr. 150 000.00 budgetiert. Der Ökofonds hat diesen Betrag bewilligt und Martin Bretscher, Leiter Contracting und Vertreter des Ökofonds, zur Teilnahme in der Projektorganisation bestimmt.

Folgende Ziele wurden für die Machbarkeitsstudie gesetzt:

- Grobe Richtung und Möglichkeiten für ein Geothermieprojekt sind bekannt.
- Konkretisierung der Überlegungen und Entwicklung einer Road Map Geothermie.

Die Vorstudie wurde in Zusammenarbeit mit Schweizer Experten aus dem Bereich Geothermie durchgeführt. Dabei wurden die beiden Erschliessungsmöglichkeiten (Hydrothermales

<sup>7</sup> Quelle: Strom aus Geothermie in der Schweiz; Schweizerische Vereinigung für Geothermie, 2010

<sup>8</sup> Concentrated Solar Power / Sonnenwärmekraftwerk mit höherem Wirkungsgrad als Photovoltaik (wird beispielsweise durch die Bündelung der auftreffenden Strahlung durch Parabolspiegel erreicht)

<sup>9</sup> Windkraftwerke auf dem Meer

System<sup>10</sup>, Stimuliertes Geothermisches System<sup>11</sup>) und deren Stand der Technik sowie die Prinzipien zur Stromumwandlung studiert. Im Gegensatz zu konventionellen geothermischen Kraftwerken, die in vulkanischen Gebieten überhitzte Wässer aus Hochtemperaturfeldern nutzen und damit Dampfturbinen betreiben, kommen im Raum Bern nur binäre Stromumwandlungszyklen (z.B. Organic Rankine Zyklus<sup>12</sup>, Kalina Zyklus<sup>13</sup>) in Frage. Rest- und Abwärme können mit dem bereits vorhandenen Fernwärmenetz in Bern optimal genutzt werden, was die Wirtschaftlichkeit substantziell verbessern würde.

Aufgrund der anfallenden hohen Investitionskosten und der technischen Pionierleistungen, die im Bereich Geothermie zu erbringen sind, hat ewb sich entschlossen, die Thematik im Rahmen eines partnerschaftlichen Projekts anzugehen, um vorhandene Synergien (Know-how, Finanzen) sinnvoll nutzen zu können. Im November 2010 werden die Resultate der Partner-suche präsentiert und das weitere Vorgehen aufgezeigt.

Es ist davon auszugehen, dass in der Region Bern aufgrund der geologischen Gegebenheiten der Untergrund mit hohem Druck aufbereitet werden muss, damit die Wasserdurchlässigkeit für den Wärmetausch gross genug wird. Somit ist die durch das Postulat geforderte Erdbebensicherheit entsprechend dem heutigen technischen und wissenschaftlichen Stand nicht gegeben, auch wenn das Risiko grösserer Erdstösse im Vergleich mit Basel geringer sein dürfte.<sup>14</sup>

Zu Punkt 2:

Die untiefe Geothermie bietet im Gegensatz zur Tiefengeothermie bekannte und erprobte Technologien. Die Unternehmensstrategie von ewb hat für die Produktionsstrategie vorgegeben, dass dezentrale Produktionsanlagen in Kombination mit Wärmenutzung in der Agglomeration Bern bevorzugt behandelt werden.

Bei den Stadtbauten Bern wurde im Jahr 2010 eine Stelle geschaffen, welche sich mit Fragen der Nachhaltigkeit, der Energieeffizienz und der ökologischen Faktoren im Baubereich befasst. Im Rahmen einer im Ausbau begriffenen Datenbank zu Kennwerten des Energieverbrauchs werden entsprechende Optionen geprüft - und wo bei Renovationen realisierbar auch implementiert. Für Neubauten gilt bei den Stadtbauten Bern, dass der Minergie-P Standard erreicht werden muss, was den Einsatz erneuerbarer Energie verlangt.

Zu Punkt 3:

Im Rahmen des Ökofonds von ewb bestehen verschiedene Förderprogramme für private Bauherren und Bauherrinnen, besonders auch für ökologische Heizungstechnologien. Zudem ist ewb mit der Contractingabteilung auch bereit, gemeinsame effiziente Lösungen mit den Kunden auszuarbeiten. Dabei wird das geothermische Potenzial immer mitberücksichtigt.

In der Gemeinde Bern wird der Ersatz einer Ölheizung durch eine Wärmepumpe vom Ökofonds ewb finanziell unterstützt. Je nachdem ob es sich um Anlagen für eine Energiebezugsfläche bis 1 000 m<sup>2</sup> oder eine grössere Anlage handelt, werden Standardbeiträge ausbezahlt

<sup>10</sup> Hydrothermale Systeme nutzen natürliche Vorkommen von heissem Tiefengrundwasser.

<sup>11</sup> Der Wärmetauscher im Untergrund muss mit Hochdruck (oder in gewissen Fällen chemisch) zuerst durch künstliche Erhöhung der Wasserdurchlässigkeit geschaffen werden.

<sup>12</sup> ORC: Als Energieträger für den Betrieb der Dampfturbine wird nicht Wasser sondern eine organische Verbindung mit tieferem Siedepunkt als Wasser eingesetzt, beispielsweise Isopentan.

<sup>13</sup> In Russland entwickeltes Wärmeübertragungsverfahren zur Dampferzeugung auf der Basis eines Ammoniak-Wasser-Gemisches mit vergleichsweise hohem Wirkungsfaktor.

<sup>14</sup> Basel liegt am Oberrheinischen Graben, also in einem Erdbebengebiet und wurde bei einem starken Beben im Jahr 1356 weitgehend zerstört.

oder die Rahmenbedingungen in einem Einzelvertrag mit der Contractingabteilung von ewb geregelt. Details dazu finden sich unter:

[www.ewb.ch/de/uploads/media/Foerderbeitrag\\_WP\\_2010\\_01.pdf](http://www.ewb.ch/de/uploads/media/Foerderbeitrag_WP_2010_01.pdf)

Ein Förderprogramm der Stadt Bern ist nicht vorgesehen, da im Rahmen der Sparvorgaben keine entsprechenden finanziellen Ressourcen vorhanden sind.

## **Fazit**

Mit den Legislaturzielen 2009 bis 2013 und der Strategie 2020 hat sich der Gemeinderat explizit für eine nachhaltige Energiepolitik in der Gemeinde Bern ausgesprochen. Die Eignerstrategie ewb sieht den Ausstieg aus der Atomenergie bis 2039 vor, ebenso der Gegenvorschlag zur Initiative „EnergieWendeBern“ des Stadtrats über welchen das Volk am 28. November 2010 abstimmen wird. Der Gemeinderat hält deshalb fest, dass alle Forderungen des vorliegenden Postulats - soweit möglich - zügig und griffig, nicht nur auf Verwaltungsebene, sondern auch durch den städtischen Energieversorger ewb umgesetzt wurden.

### *Folgen für das Personal und die Finanzen*

Die momentan anfallenden Kosten werden durch ewb getragen. Aus den laufenden Projekten entstehen der Stadt aktuell keine finanziellen oder personellen Belastungen. Nachfolgende finanzielle Hinweise sollen aus Informationsgründen jedoch festgehalten werden:

- Der überwiegende Teil der Investitionskosten für eine tiefe Geothermieanlage (ca. 65 - 75 %) wird durch die Bohrung verursacht. Da die Bohrkosten mit der Tiefe überproportional steigen, nimmt die Wirtschaftlichkeit einer Geothermieanlage prinzipiell mit der Bohrtiefe ab. Für die 5 Kilometer tiefe Geothermie-Bohrung des europäischen Forschungsprojekts in Soultz-sous-Forêts (F) aus dem Jahr 2004 beliefen sich die Bohrkosten beispielsweise auf etwa Fr. 1 600.00 pro Meter.
- Die Stromgestehungskosten aus tiefen-geothermischen Anlagen sind nicht nur abhängig von der aktuellen Bohrtechnologie, sondern auch der Effizienz in der Erzeugung von künstlichen Wärmetauschern im Untergrund. Eine Studie des Paul-Scherrer-Instituts schätzt die zukünftigen Stromgestehungskosten auf etwa 7 - 15 Rappen/kWh (PSI, 2005). Das scheint aus heutiger Sicht ein recht tiefer Ansatz. Verglichen mit anderen erneuerbaren Energien kann die Geothermie jedoch aufgrund dieser Modellrechnungen zu den günstigsten künftigen Energieressourcen gezählt werden.

Bern, 18. Oktober 2010

Der Gemeinderat