



**Arbeitspapier 5**

## **Erneuerbare Energie Technologien**

**Geothermie und Abwasserwärmenutzung**

**- ein Kurzüberblick-**

**Autoren:**

Stefan Heimann, Timon Wehnert



Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung  
Institute for Futures Studies and Technology Assessment

Stand: 08.08.2006

**Das Projekt** „*Entwicklung einer Strategischen Kommunalen Energiepolitik (SKEP) zur Nutzung Erneuerbarer Energieträger*“ ist Teil des Forschungsprojektes „Akzeptanz und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien auf Kommunalen und Regionaler Ebene“, das durch das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit gefördert wird. Die Laufzeit des Projektes ist von Juli 2005 bis Juni 2007. Projektpartner des Gesamtprojektes sind:

**IZT** Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung (Koordination)

**Ecologic** Institut für Internationale und Europäische Umweltpolitik, Berlin

**KWI** Kommunalwissenschaftliches Institut der Universität Potsdam

**IRIS** Institut für Ressourcenschonung, Innovation und Sustainability im Umweltbereich an der Fachhochschule für Wirtschaft Berlin

**Die Ergebnisse des SKEP Projektes** sollen vor allem den kommunalen Akteuren (Verwaltungen, engagierte Bürger, Stadtwerke, etc. ) zu Gute kommen und sie in ihrer praktischen Arbeit durch spezifische Handlungsempfehlungen unterstützen. Da das Forschungsprojekt grundsätzlich einen sehr dialogorientierten Ansatz mit unterschiedlich partizipativen Erhebungsmethoden verfolgt, sollen auch fortlaufend Zwischenergebnisse veröffentlicht werden. Allerdings stellen diese Arbeitspapiere naturgemäß nur einen Zwischenstand dar. Sie sollen vor allem als Diskussionsgrundlage für weitere Projektschritte dienen. So erhoffen wir uns natürlich auch ein Feedback von unseren Forschungs- und Kooperationspartnern.

**Dieses technologische Hintergrundpapier** beschreibt zwei Technologiefelder aus dem Bereich der Erneuerbaren Energien – Geothermie und Abwasserwärmegewinnung. Es basiert vorwiegend auf Auswertungen von Literaturrecherchen und Kongressen, um einen kurzen Überblick über den Stand der Technik aufzuarbeiten. Dieses Papier richtet sich als wissenschaftliches Hintergrundpapier nicht explizit an Praktiker - die aber die eigentliche Zielgruppe des Projektes darstellen und für die in späteren Projektschritten konkrete Handlungsempfehlungen entwickelt werden sollen.

Weitere Dokumente finden Sie auf den Web-Seiten des Projekts

[www.izt.de/skep](http://www.izt.de/skep)



**Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung**

Schopenhauerstr. 26

14129 Berlin

[www.izt.de](http://www.izt.de)

Kontakt:

Timon Wehnert (Projektleiter)

E-Mail: [t.wehnert@izt.de](mailto:t.wehnert@izt.de)

Telefon: 030 / 803088 13

# Einleitung

Das SKEP Projekt fokussiert auf Erneuerbare Energietechnologien, die in der Kommune, im Siedlungsbereich eingesetzt werden. Dies sind insbesondere:

- Solarthermie
- Photovoltaik
- Biomasse
- Geothermie
- Abwasserwärmenutzung

Es geht also vorrangig um Technologien „auf dem Dach und im Keller“ bzw. Technologien, die an Nah- und Fernwärmenetze ankoppeln. Es geht explizit nicht um Technologien „auf der grünen Wiese“, wie Wind oder Freiflächensolaranlagen und Wasserkraft. Diese werden im Rahmen des Gesamtprojektes im Teilprojekt B: „Akzeptanzuntersuchung Erneuerbare Energien auf regionaler Ebene“ betrachtet.

Zu erneuerbaren Energien existieren bereits eine Vielzahl von leicht verfügbaren und detaillierten Informationen. Daher besteht kein Bedarf, einen technologischen Überblick über alle untersuchten EE-Technologien zu geben. Gut aufgearbeitete Informationen finden sich etwa beim BINE Informationsdienst - Wissen aus der Energieforschung für die Praxis: <http://www.bine.info>.

Während der Recherchen für das SKEP Projekt zeigte es sich jedoch, dass der Wissenstand zu zwei Technologien auch innerhalb der „Energieszene“ eher schwach ausgeprägt ist. Daher sollen diese beiden – Geothermie und Abwasserwärmenutzung – in diesem Papier kurz beschrieben werden. Beide Technologien sind noch nicht so weit verbreitet, Lösungen sind entsprechend noch nicht „von der Stange“ zu haben, wie dies in anderen Bereichen, etwa in der Photovoltaik, bereits der Fall ist. Allerdings bestehen umfangreiche Nutzungspotentiale in Deutschland, die gerade von Kommunen gut erschlossen werden können. Gerade hier sind kommunale Akteure gefragt, als Pioniere zu agieren, um die Nutzung dieser Energiequellen weiter voran zu treiben.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Einleitung</b> .....	<b>3</b>
<b>1 Thermische Nutzung von Abwässern</b> .....	<b>4</b>
1.1 Technik .....	4
1.2 Rahmenbedingungen .....	4
1.3 Realisierte / geplante Anlagen .....	4
1.4 Zusammenfassung .....	5
<b>2 Geothermie</b> .....	<b>6</b>
2.1 Fördertechniken .....	6
2.1.1 Oberflächennahe Erdwärmenutzung .....	7
2.1.2 Hydrothermale Erdwärmenutzung .....	8
2.1.3 Erdwärme aus kristallinen nicht wasserführenden Gesteinsschichten .....	8
2.2 Projekte in Deutschland .....	9
<b>3 Literatur</b> .....	<b>13</b>

# 1 Thermische Nutzung von Abwässern

## 1.1 Technik

Bei der energetischen Nutzung von Abwässern muss zunächst zwischen industriellen und häuslichen („domestic“) Abwässern unterschieden werden. Während häusliche Abwässer eine durchschnittliche Jahrestemperatur von 15°C haben, können industrielle Abwässer bis zu 40°C erreichen. Diese Werte werden geringer, je weiter man sich vom Verursacher entfernt. Die Temperaturen können in den kalten Jahreszeiten zur Gebäudewärmung genutzt werden und auch im Sommer zur Kühlung beitragen.

Der thermische Abgriff kann noch im Gebäude, in den Abwasserkanälen oder in der Kläranstalt erfolgen und wird jeweils durch in das Abwasserrohr integrierte Wärmetauscher<sup>1</sup> vorgenommen. Alte Rohre lassen sich mit relativ geringem Aufwand mit Wärmetauschern nachrüsten, bei einem Alter über 40-50 Jahren lohnt sich ein Austausch durch neue Rohre, die bereits mit Wärmesonden ausgestattet sind. Die Wärmetauscher haben eine Lebensdauer von bis zu 50 Jahren, eine Reinigung von isolierenden biologischen Ablagerungen ist aber nach 2-3 Jahren notwendig und kann mit geringem Kostenaufwand durchgeführt werden. Das erwärmte Wasser wird im nächsten Schritt durch eine Wärmepumpe mit elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau (Nutztemperatur 65-70°C) transportiert und kann dann als Heiz- und Waschwasser in Haushalten oder z.B. Gästehäusern (konstanter Wärmebedarf für Wirtschaftlichkeit notwendig) genutzt werden. Wärmepumpen müssen in der Regel nach etwa 15 Jahren ausgetauscht werden.

## 1.2 Rahmenbedingungen

Rechtlich gesehen sind Abwässer, sobald sie sich in öffentlichen Kanälen befinden, öffentliches Eigentum. Bisher hat noch keine Kommune Gebühren für die Nutzung der Abwässer erhoben, die rechtliche Option hätten sie aber. Alle Anlagen sind durch das „Bergrecht“ genehmigungspflichtig.

Es besteht die Gefahr, dass die Abwässer durch eine umfassende thermische Nutzung so sehr auskühlen, dass der biochemische Aufbereitungsprozess erschwert wird. Für dieses Szenario müsste die Abwasserwärme aber äußerst intensiv genutzt werden, was auch langfristig nicht zu erwarten ist.

Anlagen zur energetischen Nutzung von Abwässern benötigen zur Abdeckung der Grundlast einen durchschnittlichen Abfluss von etwa 12 l/s (Trockenwetterabfluss), daher lohnt sich die Umsetzung finanziell erst ab größeren Wohneinheiten. Die Nutzung durch Einfamilienhäuser erscheint beim bisherigen Stand der Technologieentwicklung nicht lukrativ.

Es wird überschlagen, dass man zur Beheizung von 100 Wohnungen die Abwässer von etwa 300 Wohnungen benötigt. Als Amortisationszeit werden 12 Jahre angegeben. [Rabtherm AG]

## 1.3 Realisierte / geplante Anlagen

Die thermische Nutzung von Abwässern kommt bisher verstärkt in skandinavischen Ländern zum Einsatz. Die schweizerische Kommune Winterthur hat die Potentiale ihres gesamten Kanalnetzes überprüfen lassen und in ihrem kommunalen Energie-

---

<sup>1</sup> Rohrsystem mit sekundärem Wasserkreislauf, der Wärme aus den Abwässern absorbiert.

plan verankert, dass geeignete Bauflächen nur mit Gebäuden, die die Abwässer energetisch nutzen, bebaut werden dürfen. In Deutschland sind bisher sieben Anlagen realisiert, die größte trägt zur Versorgung eines Gesundheitszentrums in Leverkusen bei. Dieses Projekt erreicht eine Deckung von 68% des thermischen Energiebedarfs und wurde mit den Leverkusener Stadtwerken über einen Contractor verwirklicht. Das Finanzierungsmodell über Contracting wird als am vorteilhaftesten eingestuft. Es wird derzeit eine steigende Anzahl von neuen Projekten verzeichnet, so sind auch in Fürstfeldbruck und Freiburg Anlagen geplant. Weiterhin ist vorgesehen, den neuen BMU-Dienstszitz in Berlin (Stresemannstrasse) mit einer solchen Anlagen auszustatten.

## 1.4 Zusammenfassung

Die thermische Nutzung von Abwässern scheint eine sehr gute erneuerbare Energien-Technologie bzw. Energieeffizienzmaßnahme für urbane Räume darzustellen, da hier ein nur geringer Flächenbedarf, keine Geräusch- oder Geruchentwicklung, keinerlei Emissionen und nur geringe bauliche Maßnahmen anfallen. Die Technologie erscheint einfach und weitgehend ausgereift und erzielt hohe Wirkungsgrade und eine gute Wirtschaftlichkeit. [Rabtherm AG]. Es ist ein theoretisches Potential von 18.000 GWh/a oder eine mögliche Versorgung von 1,8 Mio. Haushalten mit Heizenergie ermittelt worden. Das langfristige Potential wird teilweise mit bis zu 30% des thermischen Energiebedarfs in Deutschland beziffert<sup>2</sup>.

Die energetische Nutzung von Abwässern durchläuft gerade eine Markteinführungsphase. Insbesondere sind noch spezielle juristische Fragen zu klären. Bedenken werden vor allem von Vertretern der Abwasserwirtschaft geäußert, die durch ein starkes Auskühlen der Abwässer einen höheren Aufwand bei der Reinigung befürchten. Die Auswertung laufender Projekte, sollte diese strittige Frage jedoch bald klären. Es wird aber schon heute ein schnell wachsender Markt in Europa und auch Kanada und den USA verzeichnet.

Ein Planungsleitfaden soll von der Berliner Energieagentur erstellt werden. Sie bietet bereits jetzt Potentialanalysen, Machbarkeitsstudien und Unterstützung bei der Projektentwicklung speziell für Kommunen an.

---

<sup>2</sup> Allerdings sind diese Angaben mit Vorsicht zu genießen, da sie von der *Rabtherm AG* stammen, die ein ökonomisches Interesse an der Vermarktung dieser Technologie hat. Dennoch kann von einem erheblichen Potential ausgegangen werden.

## 2 Geothermie

Der energetischen Nutzung von Erdwärme wurde bereits mehrfach in nationalen und internationalen Studien ein immens großes Potential zugesprochen.

Als Vorteile der Geothermie sind vor allem die Unabhängigkeit von Wind- und Sonnenscheinzeiten und von einer regelmäßigen Rohstoffzufuhr zu nennen. Einzelne technische Ansätze weisen darüber hinaus auch eine weitgehende Standortunabhängigkeit auf.<sup>3</sup> Weiterhin kann davon ausgegangen werden, dass der geringe Flächen- und Landschaftsverbrauch und die Tatsache, dass beim Betrieb keine Geräusch- oder Geruchentwicklung und keinerlei Emissionen anfallen, zu einer großen Akzeptanz in der Bevölkerung führen kann. Geothermie kann im Grundlastbereich eingesetzt werden, da eine konstante Wärmeförderung zu jeder Tages- und Jahreszeit möglich ist. Durch schnell zugängliche künstliche unterirdische Wärmespeicher können aber auch Spitzenlasten bedient werden.

Die für die Erdwärmenutzung erforderlichen Bohr- und Fördertechniken sind vor allem aus der Erdöl- und Erdgasförderung weitgehend bekannt und bereits im großtechnischen Einsatz. Auch die benötigte Kraftwerkstechnik ist vorhanden, da die geförderte Erdwärme einfach entweder zur thermischen Nutzung direkt in gebräuchliche Nah- und Fernwärmesysteme geleitet oder in Dampfkraftwerken mit herkömmlichen Gasturbinen in elektrische Energie gewandelt werden kann. Ein großflächiger Einsatz der Geothermie wird heute an vielen nationalen und internationalen Standorten vorbereitet, es besteht allerdings noch weiterer Forschungsbedarf und vor allem fehlen umfassende Praxiserfahrungen.

Ein Hemmnis insbesondere der tiefen Geothermie stellt das ökonomische Risiko dar, das mit den teuren Bohrungen verbunden sind. Dieses Risiko kann z.T. durch Risikofonds (z.B. in Baden-Württemberg) oder Fündigkeits-Versicherungen (z.B. Münchener Rück oder Swiss Re) begrenzt werden. Mit steigenden Praxiserfahrungen ist damit zu rechnen, dass Fündigkeiten besser prognostizierbar werden und das damit verbundene ökonomische Risiko reduziert, bzw. leichter versicherbar wird.

Finanzielle Fördermöglichkeiten bietet die Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW) in Form von zinsgünstigen Darlehen und Zuschüssen (z.B. BMBF; EEG).

Die vorliegende Einführung soll einen Überblick über die eingesetzten Fördertechniken, die jeweiligen Potentiale, die geeigneten Standorte und ausgewählte Anlagen geben.

### 2.1 Fördertechniken

Je tiefer in die Erdkruste gebohrt wird, desto höher sind die zu erwartenden Temperaturen. Im Durchschnitt erhält man pro Kilometer eine Temperaturerhöhung von 30°C bis 40°C (gemittelter Temperaturgradient). Für eine lukrative Wandlung von thermischer in elektrische Energie mit herkömmlicher Turbinentechnik benötigt man Temperaturen oberhalb von 120°C. Gegebenenfalls kann das sog. Kalina<sup>4</sup>-Verfahren

---

<sup>3</sup> Eine genauere Aufschlüsselung der Standortabhängigkeit erfolgt unter *Fördertechniken*.

<sup>4</sup> Das **Kalina-Verfahren** ist ein in den 70er Jahren entwickeltes Wärmeaustauschverfahren, das zwar als weitgehend ausgereift gilt, aber bisher noch wenig für die Geothermie genutzt wurde.

eingesetzt werden, das die für den Turbinenbetrieb notwendige Dampfungwicklung auch schon bei Temperaturen um 90°C ermöglicht (z.B. Unterhaching).

Zu beachten ist, dass aus boden- und trinkwasserschutzrechtlichen Gründen das ggf. aus dem Untergrund entnommene Wasser stets zu ersetzen ist, um den unterirdischen Wasserhaushalt auszugleichen. Daher realisiert man bei Techniken, die im Untergrund vorhandene Wasservorräte fördern, sogenannte Dubletten-Systeme aus 2 Bohrungen (Förder- und Injektionsbohrung).

Um einen konstanten wirtschaftlichen Betrieb zu gewährleisten, sollte dem Untergrund weiterhin nicht zu viel Wärme pro Zeiteinheit entzogen werden, da dieser sonst vorübergehend auskühlt und somit nicht die erwartete Wärme aufbringen kann.

Man unterscheidet folgende Erdwärmennutzungsverfahren:

### 2.1.1 Oberflächennahe Erdwärmennutzung

Bei der Nutzung oberflächennaher Geothermie werden Bohrungen bis 400 m Tiefe benötigt. Dort herrschen Temperaturen von bis zu 25°C, womit sich über Wärmepumpen<sup>5</sup> eine thermische Leistung von ca. 6 bis 8 kW erreichen lässt. Dies ist standortunabhängig für jeden beliebigen Ort zu erwarten.

Die in Mittel- und Nordeuropa verbreitetste Wärmeförderungstechnik ist die sogenannte **Erdwärmesonde**. Hier zirkuliert in einem vertikal bis 100 m Tiefe verlegten U-Rohr eine Wärmeträgerflüssigkeit (Wasser, Ammoniak oder Thermoöl), die Wärme aus dem umgebenden Erdreich aufnimmt und an Wärmepumpen weiterleitet. Je nach Anwendung können Anlagen in ganz verschiedenen Größen zum Einsatz kommen. So können einzelne kleine Wohneinheiten bis hin zu Büro- und Gewerbebauten und ganze Wohnsiedlungen mit Heizwärme versorgt werden. Die Erdwärmesondenfördertechnik ist auch für deutlich größere Tiefen bis 3.000 m einsetzbar, in denen Temperaturen über 120°C vorherrschen, die sich dann auch für die Wandlung in elektrische Energie eignen (**tiefe Erdwärmesonden**).

Weiterhin lässt sich die Wärme über das Wärmeträgermedium Grundwasser mit **Grundwasserwärmepumpen** fördern. Grundwasserpumpen können relativ hohe Quelltemperaturen nutzen und sind daher besonders bei größeren Anlagen den Erdwärmesonden wirtschaftlich überlegen. Meist fördert man das Grundwasser aus einer Tiefe von 4 bis 10 m, in der man Temperaturen um 10°C vorfindet.

Eine weitere alternative Option für die oberflächennahe Erdwärmeförderung ist der **Erdwärmekollektor**. Hierbei handelt es sich um ein System aus horizontal in 80 bis 160 cm Tiefe verlegten Wärmeleitern (Wärmeträgermedium Glykol). In dieser geringen Tiefe sind noch Witterungseinflüsse bemerkbar, daher werden hier in den kalten Jahreszeiten nur geringe Wirkungsgrade erreicht. Der Einsatz von Erdwärmekollektoren eignet sich primär für Einfamilienhäuser mit großen Grundstücken.

---

<sup>5</sup> Eine **Wärmepumpe** ist eine Maschine, die Wärme von einem niedrigen Temperaturniveau unter Aufwand von elektrischer Energie auf ein höheres Temperaturniveau transportiert.

### 2.1.2 Hydrothermale Erdwärmenutzung

Für die hydrothermale Geothermieförderung werden in großen Tiefen natürlich vorkommende Thermalwasservorräte, sogenannte Heißwasseraquifere, genutzt. Diese liegen häufig in etwa 1.500 bis 2.500 m Tiefe. Da nicht überall Thermalwasservorräte vorhanden sind, liegt bei dieser Technik eine Standortgebundenheit vor. In Deutschland eignen sich als Standorte unter anderem die Gebiete um den Rheingraben, das süddeutsche Molassebecken und das norddeutsche Becken (vgl. Karte siehe unten). Heißwasseraquifere haben einen Temperaturbereich von etwa 25 bis 120°C. Damit sind thermische Leistungen von bis zu 30 MW erreichbar. Das durch den Förderbrunnen entnommene Wasser muss auch hier nach der thermischen Nutzung durch den „Schluckbrunnen“ wieder in den Untergrund verpresst werden. Eine Wandlung in elektrische Energie erscheint heute noch nicht effizient und wird daher nur selten praktiziert.

### 2.1.3 Erdwärme aus kristallinen nicht wasserführenden Gesteinsschichten

Bei der Nutzung geothermischer Energie aus der sog. **Hot-Dry-Rock** Schicht (HDR) werden Bohrungen in 3.000 bis 7.000 m tiefliegende kristalline Gesteinsschichten vorgenommen. Dort herrschen Temperaturen zwischen 120 und 250°C. Um die Tiefe der kostenintensiven Bohrungen möglichst gering zu halten, wird als Standort meist eine geothermische Wärmeanomalie, das heißt eine Region, in der sich die heißen Schichten in möglichst geringen Tiefen befinden, gewählt. Diese Technik ist aber prinzipiell standortunabhängig. Da die kristallinen Gesteinsschichten in solchen Tiefen durch den Gebirgsdruck meist keine natürlichen Fließwege aufweisen, muss zunächst hydraulisch ein Rissystem stimuliert werden. Dieses Rissystem weist dann eine große Oberfläche auf und kann somit die Wärme nach dem Prinzip eines Wärmetauschers leicht an das Wasser, was durch die Injektionsbohrung in den Untergrund verpresst wurde, abgeben. Das auf bis zu 200°C erhitzte Wasser wird dann durch eine oder zwei Förderbohrungen wieder an die Oberfläche gepumpt. Es entsteht also ein geschlossener Wasserkreislauf, in dem 30 bis 100 l/s gefördert werden können und der stets unter Druck steht, so dass das heiße Wasser noch nicht sieden kann, Dampf also erst im Dampfkraftwerk entsteht. Mit der so gewonnenen Wärme kann heute eine Leistung von 50 MW<sub>th</sub> erreicht werden. Das warme Wasser kann nun direkt in ein Nah- oder Fernwärmesystem eingespeist und zur Raumbeheizung genutzt werden, wobei ein Wirkungsgrad von 40 bis 50% erreicht wird. Weiterhin kann die thermische Energie mit durch Dampfturbinen betriebenen Generatoren in elektrische Energie gewandelt werden. Da die geförderte Wärme dafür aber relativ gering ist, kann beim bisherigen Stand der Technik nur ein Wirkungsgrad von etwa 10% erreicht werden. Dieses Verfahren ist das technisch aufwändigste, aber auch das mit dem langfristig gesehen größten Potential (95% des Potentials für geothermische Stromerzeugung!). Forschungsbedarf besteht insbesondere noch in der sogenannten „Stimmuliertchnik“, die den Durchfluss des Wassers durch das massive Untergrundgestein ermöglicht.

## 2.2 Projekte in Deutschland

Derzeit werden gerade im Rheingraben sowie im süddeutschen Molassebecken eine Reihe von Geothermieprojekten zur Nutzung von Heißwasseraquiferen geplant. Vor allem Kommunen kleiner bis mittlerer Größe (10.000 bis 50.000 Einwohner) sind aktiv dabei das Geothermische Potential ihrer Region auszuloten. Im folgenden sollen einige Projekte exemplarisch skizziert werden:

### Ausgewählte Standorte (alphabetisch)



Geothermiekarte – Geeignete Standorte in Deutschland.

Quelle: Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig

An der Technischen Hochschule (RWTH) in **Aachen** (NRW, 250.000 EW) wird der Einsatz von tiefen Erdwärmesonden zur thermischen Versorgung des neuen Unicenters vorbereitet. Hier wird in einer Zieltiefe von etwa 2.500 m eine thermische Leistung im Bereich von 450 kW erwartet. Rund 80% des Wärme- und Kältebedarfs des Gebäudes sollen so abgedeckt werden. Interessant bei diesem Projekt ist, dass Geothermie in dichtbesiedelter, innerstädtischer Lage effizient eingesetzt wird.

<http://www.superc.rwth-aachen.de>

Die Stadtwerke **Bad Urach** (BW, 12.000 EW) führen als Eigenbetrieb der Stadt mit zusätzlichen Mitteln vom Bund ein HDR-Projekt durch. Hierfür werden zwei Bohrungen in ca. 4.400 m Tiefe vorgenommen, in der Temperaturen um 180°C erwartet werden. Den letzten Forschungsergebnissen zufolge ist eine thermische Leistung von ca. 3 MW erreichbar. Die geförderte Erdwärme soll über das vorhandene Nahwärmenetz an lokale Endverbraucher verteilt werden, aber auch über ein Dampfkraftwerk in elektrische Energie gewandelt werden. Zur Zeit sind die Arbeiten wegen ungewisser Finanzierungslage eingestellt.

[http://www.geothermie.de/bad\\_urach.htm](http://www.geothermie.de/bad_urach.htm)

In **Bremerhaven** (HB, 116.000 EW) war ein Projekt zur Erdwärmeförderung mit tiefen Erdwärmesonden geplant. Hier sollte in 5.000 m Tiefe Wasser auf bis zu 90°C aufgeheizt werden, das dann auch zur Wandlung in elektrische Energie genutzt werden sollte. Auch dieses Projekt wurde aus finanziellen Gründen eingestellt.

Das Projekt zur hydrothermalen Erdwärmennutzung in **Bruchsal** (BW, 42.000 EW) baut auf ein existierendes Geothermiesystem aus den 80er Jahren auf, das einen Aquifer in ca. 2.000 m Tiefe erschließt und dessen Betrieb aus wirtschaftlichen Gründen vor ca. 15 Jahren eingestellt worden ist. Die Reaktivierung der Bohrungen und der Ausbau des Systems zu einer HDR-Anlage, die aus 2.000 m Tiefe 120°C warmes Wasser fördert, soll zum Betrieb einer KWK-Anlage führen. Hier werden eine thermische Leistung von 4 MW und eine elektrische Leistung von 0,5 MW erwartet. Dafür gewährt das BMWI nicht zurückzahlbare Zuschüsse in Höhe von 50%.

<http://www.ewb-bruchsal.de/>

1993 wurde in **Erding** (BY, 33.000 EW) mit dem Bau und Betrieb einer Fernwärmeversorgung auf geothermischer Basis begonnen. Das Geothermieheizwerk konnte 1998 offiziell in Betrieb genommen werden. Es verfügt über eine thermische Leistung von 10 MW, die noch ausgebaut werden soll. Hier wird 65°C warmes Thermalwasser aus einer Tiefe von ca. 2.000 m gefördert, welches nach der thermischen Nutzung als Trinkwasser an die Haushalte verteilt wird.

<http://www.geowaerme-erding.de/>

In **Groß Schönebeck** (BR, 12.000 EW) im Bundesland Brandenburg betreibt das Geoforschungszentrum Potsdam ein Geothermielabor für HDR-Technik. Dafür sind Altbohrungen aus der Erdgasförderung („Erdgasexplorationsbohrung“) auf mehr als 4.000 m Tiefe erweitert worden. Groß Schönebeck ist das wichtigste Deutsche HDR-Forschungsprojekt.

Beim hydrothermalen Geothermieprojekt in **Landau** (RP, 40.000 EW) handelt es sich um die Errichtung einer Anlage zur Nutzung von heißem Tiefenwasser (150°C) zur Stromerzeugung und Fernwärmeversorgung in Landau. Es sind dafür zwei Bohrungen bis zu einer Tiefe von 3.000 m geplant. Die Einspeisung erfolgt in das Netz der Energie Südwest AG. Fernwärmeversorgungsgebiete sind vorhanden und werden zusammen mit der ESW akquiriert. Die Anlage soll eine elektrische Leistung von 2,5 MW und eine thermische Leistung von 3 MW erreichen.

[www.geox-gmbh.de](http://www.geox-gmbh.de)

Im neu angelegten **Münchener** Messe- und Wohnstadtteil **Riem** werden die Thermalwasservorkommen des süddeutschen Molassebeckens zur Heizwärmeversorgung genutzt. Durch die Bohrungen in ca. 3.000 m Tiefe wird Thermalwasser mit über 100°C gefördert. Es wird hier eine Geothermieleistung von ca. 7 MW erreicht.

<http://www.geothermie.de/gte/gte42/03-das.geothermie-projekt.muenchen-riem.htm>

Das bundesweit erste Kraftwerk für geothermische Stromerzeugung steht im mecklenburgischen **Neustadt-Glewe** (MV, 7.000 EW). Betrieben wird es durch die ErdwärmeKraft GbR, ein Tochterunternehmen von Vattenfall Berlin, der WEMAG AG und der Energie Südwest AG. Das geothermische Heizwerk hat eine installierte Leistung von 230 kW. Die Anlage wird in Kombination mit dem 1994 in Betrieb genommenen Geothermieheizwerk Neustadt-Glewe als Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlage betrieben. Dabei hat die Fernwärmeerzeugung Vorrang vor der Stromerzeugung, so dass während der Sommermonate ein Volllastbetrieb möglich ist und in der Übergangszeit und im Winter nur diejenige Thermalwasserenergie zur Stromerzeugung genutzt wird, die nicht für die Fernwärmeversorgung notwendig ist. Mit diesem Prinzip kann die Thermalwasserenergie ganzjährig optimal ausgenutzt werden. Das Kraftwerk arbeitet mit der weltweit niedrigsten Thermalwassertemperatur von ca. 98°C und besteht neben der Erdwärmeförderungsanlage aus einem konventionellen Dampfkraftwerk.

<http://www.erdwaerme-kraft.de/>

Im bayrischen **Pullach** (BY, 1.000 EW) wird eine geothermische Wärmeleistung um 10 MW erwartet. Zur Nutzung dieser Erdwärme hat die Gemeinde 2002 die GmbH „Innovative Energie für Pullach“ gegründet, die eine hundertprozentige Tochter Pullachs ist. Bisher ist der erste Bauabschnitt umgesetzt, bei dem erst etwa 2 MW<sup>th</sup> genutzt werden können. Dafür wurden Bohrungen in bis zu 3.000 m Tiefe vorgenommen, in der sich warme Wasservorräte mit bis zu 90°C befinden. Aus der Förderbohrung wird Wasser entnommen, das dann seine Wärme über einen Wärmetauscher an einen Sekundärwasserkreislauf abgibt. Die geförderte Wärme wird in ein regionales Fernwärmenetz gespeist.

[www.geothermie-pullach.de](http://www.geothermie-pullach.de)

In der Gemeinde **Riedstadt** (HE, 21.000 EW) soll ein Heißwasseraquifer in ca. 2.300 m Tiefe durch zwei Bohrungen erschlossen werden. Geplant ist eine gekoppelte Strom- und Fernwärmeproduktion. Die Erschließung einer nutzbaren Wassertemperatur von über 140°C wird erwartet. Neben der großen thermischen Leistung von ca. 21 MW werden ca. 3 MW an elektrischer Leistung gewonnen (Kalina-Cycle).

<http://www.hotrock.de/>

In **Speyer** (RP, 50.000 EW) soll in ca. 2.700 m Tiefe durch bis zu neun Bohrungen ein Heißwasseraquifer (150°C) erschlossen und das Thermalwasser zur gekoppelten Strom- und Wärmebereitstellung genutzt werden. Die hier erwarteten Leistungen sind mit 25 bis 50 MW thermisch und 5,4 MW elektrisch immens hoch. Die Projektausführung leiten die Unternehmen FirstGeotherm und Stadtwerke Speyer.

<http://www.firstgeotherm.de/html/home/home.htm>

Im bayrischen **Unterhaching** (BY, 21.000 EW) soll ein umfangreiches Fernwärmenetz aufgebaut werden, in das eine thermische Leistung von rund 16 MW aus Geo-

thermie zur Beheizung kommunaler Gebäude, Wohnungen und Gewerbeeinrichtungen eingespeist wird. Zusätzlich sollen 3,9 MW Strom gewonnen werden. Dafür wurde eine Bohrung bis zu einem in ca. 3.000 m Tiefe liegenden hydrothermalen Heißwasseraquifer vorgenommen. Das dort vorhandene Thermalwasser hat eine Temperatur von bis zu 120°C.

[www.geothermie-unterhaching.de](http://www.geothermie-unterhaching.de)

## 3 Literatur

### Allgemein

*BINE Informationsdienst* - Wissen aus der Energieforschung für die Praxis:  
<http://www.bine.info>

Der vorliegende Technologiereport erhebt nicht den Anspruch, die beiden Technologien vollständig zu beschreiben. Themenbereiche, die nicht oder nur in Ansätzen behandelt werden, können in den folgenden Quellen nachgelesen werden:

### Thermischen Nutzung von Abwässern

Veranstaltung „Wärme und Kälte aus Abwasser“, die am 2.5.06 im Rahmen der *Berliner Energietage 2006* stattgefunden hat:

[www.berliner-impulse.de/201.0.html](http://www.berliner-impulse.de/201.0.html)

### Geothermie

*TAB: Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland – Sachstandsbericht* (Februar 2003)

Kaltschmitt/Wiese/Streicher (Hrsg.): *Erneuerbare Energien*, Springer Verlag Berlin Heidelberg, 2003

Boyle, Godfrey: *Renewable Energy*, OXFORD University Press, 2004

*Umweltministerium Baden-Württemberg: Leitfaden zur Nutzung von Erdwärme mit Erdwärmesonden*

[http://kea.bitux.de/downloads/Leitfaden\\_Erdwaerme.pdf](http://kea.bitux.de/downloads/Leitfaden_Erdwaerme.pdf)

*Energieland Hessen:*

<http://www.energieland.hessen.de/Erneuerbar/geotherm.html>

*Energieland Nordrheinwestfalen:*

[http://www.energieland.nrw.de/service/brosch\\_down/Geothermie.pdf](http://www.energieland.nrw.de/service/brosch_down/Geothermie.pdf)

*Institut für Energetik und Umwelt, Leipzig: Informationsportal „Geothermische Stromerzeugung“*

[www.energetik-leipzig.de/Geothermie/Portal/Geothermie.htm](http://www.energetik-leipzig.de/Geothermie/Portal/Geothermie.htm)

*Landesinitiative Zukunftsenergien NRW: Kompetenznetzwerk Geothermie NRW*  
[www.geothermie.de/nrw.htm](http://www.geothermie.de/nrw.htm)