

## Unterrichtung

durch die Bundesregierung

### Bericht der Bundesregierung über ein Konzept zur Förderung, Entwicklung und Markteinführung von geothermischer Stromerzeugung und Wärmenutzung

#### Inhaltsverzeichnis

	Seite
<b>1 Zusammenfassung und Empfehlungen</b> .....	3
<b>2 Anlass und Inhalt</b> .....	5
<b>3 Sachstand</b> .....	6
3.1 Stand der Marktentwicklung .....	6
3.2 Zielsetzungen und Chancen .....	7
3.3 Hemmnisse .....	7
<b>4 Förderinstrumente zur Markteinführung</b> .....	8
4.1 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) .....	9
4.2 Erneuerbare-Energien WärmeGesetz (EEWärmeG) .....	9
4.3 Marktanreizprogramm (MAP) .....	9
4.3.1 Anlagenförderung .....	10
4.3.2 Bohrkosten .....	10
4.3.3 Kreditprogramm Fündigkeitsrisiko .....	10
4.3.4 Wärmenetze .....	10
4.3.5 Bewertung des Förderanreizes des MAP .....	11
4.4 Finanzkrise .....	11
<b>5 Forschungsförderung im Bereich Geothermie</b> .....	11
5.1 BMU-Forschungsprogramm für Erneuerbare Energien .....	11
5.2 Datenbasis „GeotIS“ zur Reduzierung des Fündigkeitsrisikos .....	13
5.3 EU-Forschungsrahmenprogramm .....	13

---

	Seite
<b>6    Umweltauswirkungen</b> .....	14
6.1    Massen- und Energieströme .....	14
6.2    Lokale Umwelteffekte .....	15
<b>7    Rechtsrahmen für Geothermieprojekte</b> .....	15
7.1    Bundesberggesetz (BBergG) .....	15
7.1.1    Abgrenzung oberflächennaher und tiefer Geothermie .....	15
7.1.2    Unterteilung von Erlaubnis- und Bewilligungsfeldern .....	16
7.1.3    Befreiung von der Betriebsplanpflicht .....	16
7.1.4    Größe der Erlaubnisfelder .....	16
7.2    Baugesetzbuch (BauGB) .....	16
7.3    Geodaten .....	16
7.4    Wasserrechtliche Vorgaben .....	17

## 1 Zusammenfassung und Empfehlungen

Dieser Bericht geht auf einen Beschluss des Umweltausschusses zurück. Das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hatte im Februar 2003 einen Bericht zu den „Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland“ vorgelegt. Daraufhin hat der Umweltausschuss am 2. April 2004 beschlossen, die Bundesregierung aufzufordern, ein Konzept zur Förderung, Erschließung und Markteinführung geothermischer Stromerzeugung zu entwickeln und dem Bundestag hierüber zu berichten. Der hiermit vorgelegte Bericht umfasst aufgrund der gewachsenen Bedeutung erneuerbarer Wärme auch die Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie.

Die geothermische Strom- und Wärmeerzeugung kann zukünftig einen wesentlichen Beitrag zu den Klimaschutzziele der Bundesregierung und einer nachhaltigen Energieversorgung leisten. Im Mix einer zunehmend auf erneuerbaren Energien basierten Energieversorgung spielt die bedarfsgerecht regelbare Geothermie sowohl in der Strom- als auch in der Wärmeerzeugung langfristig eine wichtige Rolle.

### Potenziale

Nach dem Leitszenario der BMU-Leitstudie 2008 sollen bis 2020 etwa 280 Megawatt Leistung installiert und 1,8 Milliarden Kilowattstunden Strom aus tiefer Geothermie pro Jahr erzeugt werden. Dies würde eine Vervierfachung der gegenwärtig installierten Leistung darstellen. Entsprechend wird erwartet, dass 2020 insgesamt 8,2 Milliarden Kilowattstunden Wärme aus Anlagen der tiefen Geothermie erzeugt werden können. Nach 2020 wird mit einer Beschleunigung des Wachstums und einer installierten elektrischen Leistung von 850 Megawatt bis 2030 gerechnet. Mit den deutschen Erfahrungen und weltweit großen Potenzialen im Niedertemperaturbereich ergeben sich mittel- bis langfristig für deutsche Unternehmen gute Exportchancen.

### Umweltauswirkungen

Untersuchungen des Umweltbundesamtes haben ergeben, dass die Umweltwirkungen der geothermisch basierten Stromerzeugung bei einer Optimierung des Standortkonzepts gering sind. Besonders entlastend hinsichtlich der Umweltwirkungen wirkt sich eine gleichzeitige Wärmenutzung aus. Problematisch bleibt der hohe Energieeigenverbrauch der Anlagen für die Tiefwasserpumpe und den Kühlkreislauf. Im Übrigen bleiben Umwelteffekte lokal begrenzt und technisch beherrschbar.

### Bilanz

Es ist festzustellen, dass die Technologie- und Marktentwicklung seit 2003 erheblich langsamer erfolgt ist, als es der Bericht des Büros für Technikfolgenabschätzung 2003 vorhergesagt hat. Es sind drei Geothermieprojekte zur Strom- und Wärmeerzeugung in diesem Zeitraum neu errichtet worden (7,4 Megawatt installierte Leistung). Außerdem sind 10 Geothermieheizwerke in Betrieb, von denen drei in den letzten Jahren neu gebaut wurden. Die

installierte thermische Leistung liegt insgesamt bei etwa 100 MW. Die Entwicklung wurde von einer Reihe sehr spezifischer Hemmnisse gebremst, die im Bericht erläutert werden. Durch Gesetzesänderungen (Erneuerbare-Energien-Gesetz, neues Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz) und verbesserte Förderprogramme (Marktanreizprogramm) wurden die Investitionsbedingungen mit Jahresbeginn 2009 maßgeblich verbessert und Projektrisiken (Bohr- und Fündigkeitsrisiken) reduziert.

### Investitionsanreize stark verbessert

Aufgrund der mit der Bohrung verbundenen hohen Investitionskosten und Risiken besteht bei Geothermieprojekten ein hohes Anfangshemmnis. Dies erschwert und verteuert die Finanzierung. Hinzu kommt, dass die Finanzkraft der Akteure oftmals unzureichend ist. Außerdem sind die Stromgestehungskosten nach heutiger Kenntnis höher, als noch vor wenigen Jahren angenommen.

Die Bundesregierung hat durch eine Reihe von Maßnahmen die Rahmenbedingungen erheblich verbessert und die Risiken von Geothermieprojekten reduziert:

1. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde im Geothermiebereich der Kosten- und Technologieentwicklungen angepasst. Die Einspeisevergütung für Strom aus Geothermie wurde erhöht und ein Wärmenutzungsbonus sowie ein Technologiebonus neu eingeführt. Dies schafft die Voraussetzung für eine verbesserte Wirtschaftlichkeit der Geothermieprojekte. Das neue EEG ist am 1. Januar 2009 in Kraft getreten.
2. Im Marktanreizprogramm wurden für die weitere Entwicklung der Geothermie sehr entscheidende neue Förderbausteine insbesondere zur Reduzierung der Anfangsrisiken (Bohr- und Fündigkeitsrisiken) eingeführt. Diese Fördermaßnahmen werden 2009 ihre volle Wirksamkeit entfalten. Als Bestandteil des EE-WärmeG ist das Marktanreizprogramm und damit die Förderung besser abgesichert.
3. Mit der zielgerichteten Förderung von Forschungs- und Entwicklungsprojekten im Rahmen des Energieforschungsprogramms der Bundesregierung wurde und werden die technologischen Voraussetzungen zur Verbesserung der Wirtschaftlichkeit von Geothermieprojekten sowie zur Verringerung der technischen und geologischen Risiken geschaffen.
4. Das neue Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz (EE-WärmeG), das am 1. Januar 2009 in Kraft getreten ist, sieht eine Nutzungspflicht im Neubau für erneuerbare Wärme vor. Diese Pflicht kann u. a. durch eine geothermische Wärmeversorgung erfüllt werden. Die Bundesregierung hat hier ein Instrument geschaffen, das auch den Ausbau der Geothermie im Bereich der Wärmeerzeugung weiter beschleunigen kann.

Die Kombination dieser Maßnahmen wird nach Auffassung der Bundesregierung zu einer deutlichen Marktbelebung führen. Seit 2004 ist ein gestiegenes Interesse an der Realisierung von Geothermieprojekten zu verzeichnen.

Dies verdeutlichen die rund 180 Erlaubnisse und Bewilligungen zur Aufsuchung von geothermischen Ressourcen, die zum derzeitigen Stand erteilt sind. Nach Branchenangaben sind durch die aktuellen Gesetzesänderungen und die neuen Förderbedingungen im Marktanzreizprogramm rund 20 Projektplanungen im Jahr 2008 mit einem Investitionsvolumen von voraussichtlich rund 200 Mio. Euro neu initiiert worden.

## Handlungsbedarf

### I. Finanzkrise

Die Finanzierungsmöglichkeiten von Geothermieprojekten haben sich wegen der Finanzkrise verschlechtert. Aufgrund der hohen Projektrisiken ist die Geothermiebranche besonders von der Krise betroffen. Die Bundesregierung hat bereits Maßnahmen ergriffen, um hier wirksam entgegen zu steuern. Das Konjunkturpaket II öffnet das bereits mit dem Konjunkturpaket I geschaffene „KfW Sonderprogramm“ für allgemeine Projektfinanzierungen, u. a. auch für Geothermieprojekte. Das Programm refinanziert Banken mittels KfW-Krediten bis zu einem Kreditbetrag von i. d. R. 200 Mio. Euro pro Projekt. Das zu nächst bis Ende 2009 angelegte Programm wird bis Ende 2010 verlängert. Für die Maßnahmen in dem Kredit- und Bürgschaftsprogramm steht im Rahmen des Konjunkturprogramms II ein Garantievolumen von insgesamt bis zu 100 Mrd. Euro zur Verfügung, das Konjunkturprogramm I hat ein entsprechendes Volumen von bis zu 15 Mrd. Euro. Außerdem ist die bessere Nutzung und Ausweitung des bestehenden inländischen Bürgschaftsinstrumentariums ein Schwerpunkt des Konjunkturprogramms II.

Die Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der bestehenden Maßnahmen und ihr Zusammenspiel zur Förderung von Geothermieprojekten sind regelmäßig zu evaluieren und zu überprüfen.

### II. Information und Erfahrungsaustausch

Es besteht nach wie vor Bedarf, die Erkenntnisse aus den bisher erfolgreich realisierten Projekten auch anderen Akteuren zugänglich zu machen und über die verbesserten und neuen Förderinstrumente zu informieren. Eine Vernetzung aller Akteure hilft, lange Realisierungszeiträume zu verkürzen, die Planungsqualität zu verbessern und die Genehmigungspraxis zu entwickeln. Das Bundesumweltministerium hat mit dem Forschungsbeirat Geothermie ein Forum zum Erfahrungsaustausch eingerichtet, das sehr erfolgreich ist. Darüber hinaus wird eine Reihe von Konferenzen und Veranstaltungen unterstützt. Denkbar sind zudem die Erarbeitung eines Planungsleitfadens und die Intensivierung des Erfahrungsaustauschs zwischen Genehmigungsbehörden. Die Information über die Förderinstrumente sollte verstärkt werden.

### III. Bedarf an Forschung und Ausbildung erkannt

Von 2004 bis 2008 wurden Forschungsprojekte mit einem Volumen von über 60 Mio. Euro bewilligt. Schwerpunkte waren neben der Förderung von ersten Demonstrationsprojekten die Entwicklung von Tiefbohranlagen und

Pumpen sowie Projekte zur Verbesserung der Datenbasis im tiefen Untergrund. Auch aktuell sind insbesondere Entwicklungs- und Forschungsvorhaben zur Bereitstellung von langzeitstabilen Förderpumpen und korrosions-trägen Bauteilen im Thermalwasserkreislauf relevant.

Bund und Länder haben sich entsprechend der Lissabon-Strategie das Ziel gesetzt, gemeinsam mit der Wirtschaft weiter anzustreben, bis 2010 3 Prozent des Bruttoinlandsprodukts für Forschung und Entwicklung aufzuwenden. Bei einem Aufwuchs des BMU-Forschungsprogramms Erneuerbare Energien sollte insbesondere auch der Forschungsschwerpunkt Geothermie angemessen gestärkt werden. Die Forschungsförderung im Geothermiebereich setzt wie auch das Marktanzreizprogramm einen Schwerpunkt bei der Reduzierung der Risiken. Wichtige zukünftige Forschungsschwerpunkte sind:

- Stärkung der Forschungseinrichtungen und stärkere Vernetzung der Kommunikation der Forschungsergebnisse zur ganzheitlichen Darstellung der Anforderungen an geothermische Kraftwerkssysteme
- Pflege und Fortschreibung des Geothermischen Informationssystems
- Umsetzung von Demonstrationsprojekten zum Nachweis der Machbarkeit petrothermaler Projekte in Deutschland und Fortführung der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes Soultz-sous-Forêts
- Entwicklung energieeffizienter und langzeitauglicher Förderpumpen und Reinjektionspumpen für eine entscheidende Verbesserung der Verfügbarkeit der geothermischen Ressourcen
- Koordinierte Entwicklung von korrosionsstabilen Komponenten für geothermische Kraftwerke, wie Rohre, Pumpen, Wärmetauscher
- Entwicklung neuer Stimulierungstechniken und Verbesserung der technischen Möglichkeiten zur Untersuchung der natürlichen Spannungen des Untergrundes, um Abläufe beim Auslösen und Ausbreiten mikroseismischer Ereignisse zu verstehen und zu beeinflussen

### IV. Abbau rechtlicher Hemmnisse

Die zentrale Regelungsmaterie für die Errichtung und den Betrieb von geothermischen Anlagen ist das Bundesberggesetz (BBergG). Ein Bedarf zur Änderung des BBergG besteht nicht, eine einheitliche Auslegung der rechtlichen Rahmenbedingungen ist aber im Hinblick auf Rechtssicherheit für die Investoren wichtig:

Nach § 3 Absatz 2 Satz 2 Nummer 2b BBergG gilt die Erdwärme als bergfreier Bodenschatz, der grundsätzlich dem Anwendungsbereich des bergrechtlichen Regimes unterliegt. Das BBergG nimmt jedoch in § 4 Absatz 2 Nummer 1 BBergG die Gewinnung von Bodenschätzen und damit auch von Erdwärme in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung vom Anwendungsbereich des Bergrechts aus. Gleiches gilt für die Aufbereitung von Erdwärme nach § 4 Absatz 3 Satz 2 Halbsatz 2 BBergG. Diese Ausnahmen enthalten keine

bezahlte Tiefenbegrenzung. In § 127 BBergG wird lediglich eine Grenze von 100 Metern für die technische Überwachungsvorschrift festgelegt, die für Bohrungen ganz generell gilt.

Das BBergG sieht keine Möglichkeit vor, Erlaubnis- und Bewilligungsfelder für Tiefengeothermie-Projekte in verschiedene Tiefenstockwerke zu unterteilen. Eine Nutzung der Erdwärme in verschiedenen Tiefenhorizonten durch unterschiedliche Betreiber (z. B. kommunales Kraftwerk zur Strom- und Wärmegewinnung und eine industrielle Prozesswärmegewinnung) ist nach bergrechtlicher Systematik zurzeit nicht vorgesehen; alleine zivilrechtliche Lösungen der beteiligten Akteure ermöglichen eine doppelte Nutzung eines Erlaubnis- und Bewilligungsfeldes. Das aufgezeigte Problem rechtfertigt jedoch nicht die Durchbrechung der auf horizontale Abgrenzung der Bergbauberechtigungen zugeschnittenen bergrechtlichen Systematik mit gegenwärtig nicht absehbaren Folgewirkungen für das Bergrechtsregelwerk.

Der Betriebsplan dient der fortlaufenden behördlichen Kontrolle und Genehmigung der bergrechtlichen Tätigkeit. Der Grund für Betriebspläne liegt darin, dass der Abbau bestimmter Rohstoffe durch eine Dynamik und räumliche Fortentwicklung bzw. durch eine räumliche Verschiebung des Betriebes gekennzeichnet ist. Anders als ein Kohletagebau, der über einen längeren Zeitraum in unterschiedliche Richtungen und Tiefen vorangetrieben wird, ist der Betrieb geothermischer Anlagen aber „statisch“. Zudem wird bei der Gewinnung von geothermischer Wärme kein bestimmtes Vorkommen ausgeschöpft, da die dem Untergrund entzogene Wärme durch nachströmende Wärme ausgeglichen wird. In solchen Fällen geringer Gefährlichkeit und Bedeutung besteht nach § 51 Absatz 3 BBergG die Möglichkeit zur Befreiung von der Betriebsplanpflicht.

Der erschwerte Zugang geothermischer Unternehmen zu den bei den Behörden vorhandenen Daten von vorhandenen Bohrungen begründet ein wesentliches rechtliches Hemmnis. Ein Anspruch auf Offenlegung dieser Daten besteht im Gegensatz zu vielen anderen europäischen Ländern in Deutschland nicht.

#### Empfehlungen:

##### 1. Die Bundesregierung wird sich gemäß den folgenden Punkten für eine einheitliche Auslegung des Bundesberggesetzes (BBergG) in der Praxis einsetzen:

Die Geothermiegewinnung in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung mit den üblichen Bohrtechniken fällt grundsätzlich nicht in den Anwendungsbereich des BBergG, sondern unterliegt ab 100 Metern lediglich der technischen Überwachungsvorschrift des § 127 BBergG. In der Praxis genügt dann das Anzeigeverfahren. Eine bergrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung dieser oberflächennahen Erdwärmennutzung ist nicht erforderlich.

Auch bei der gleichzeitigen Gewinnung tiefer und erdoberflächennaher Erdwärme in verschiedenen Tiefenstockwerken sollten die Lösungsmöglichkeiten des geltenden Rechts ausgeschöpft werden, z. B. durch die erweiterte Auslegung der bestehenden Ausnahme nach § 4 Absatz 2 Nummer 1 BBergG für die Geothermiegewinnung innerhalb eines Grundstücks.

Für Fälle geringer Gefährlichkeit und Bedeutung bietet die Möglichkeit zur Befreiung von der Betriebsplanpflicht nach § 51 Absatz 3 BBergG ausreichend Flexibilität, um den einzelnen Anforderungen der Projekte Rechnung zu tragen. Investoren sollen ausdrücklich auf diese Möglichkeit, die die Bergbehörden im Rahmen ihrer Rechtsprüfung bereits beachten müssen, hingewiesen werden.

##### 2. Zugang zu Geodaten verbessern:

Der Zugang zu geologischen Bohrdaten sollte durch eine gesetzliche Änderung verbessert werden. Es sollte geprüft werden, welches Rechtsgebiet sich zur Regelung anbietet. Vorzugswürdig erscheint dabei eine Regelung, die die Offenlegung der Daten nach einer bestimmten Frist, z. B. fünf Jahren, ggf. auch nach Zahlung einer angemessenen Entschädigung, vorsieht.

## 2 Anlass und Inhalt

Dieser Bericht der Bundesregierung geht auf einen Beschluss des Unterausschusses zurück<sup>1</sup>. Das Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB) hatte im Februar 2003 einen Bericht zu den „Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland“<sup>2</sup> vorgelegt, der die Energiequelle Geothermie hinsichtlich ihrer Potenziale und technischen Gegebenheiten beschrieben und mögliche politische Handlungsoptionen aufgezeigt hat. Daraufhin hat der Unterausschuss am 2. April 2004 beschlossen, dass die Bundesregierung aufgefordert werden soll:

- „sich ein 1-Gigawatt-Ziel für die geothermische Stromerzeugung für einen Zeitraum von etwa einem Jahrzehnt zu setzen;
- ein Konzept zur Förderung, Entwicklung und Markteinführung auf Basis der bereits eingeführten und beschlossenen Maßnahmen zu entwickeln und dem Deutschen Bundestag hierüber zu berichten;
- einen Forschungs- und Förderschwerpunkt auf die geothermische Stromerzeugung zu setzen;
- im Rahmen des geplanten Geotechnologieprogramms der Bundesregierung unter dem Titel „Nutzen und Schutz des unterirdischen Raums“ Forschungsarbeiten

<sup>1</sup> Beschluss des Unterausschusses des Deutschen Bundestages vom 2. April 2004 (Bundestagsdrucksache 15/2797)

<sup>2</sup> Büro für Technikfolgenabschätzung beim Deutschen Bundestag (TAB): Möglichkeiten geothermischer Stromerzeugung in Deutschland, Arbeitsbericht Nummer 84

- zur Verbesserung des geothermischen Potenzials im Untergrund auszuschreiben;
- im Rahmen des Energieforschungsprogramms auch Finanzmittel für Pilot- und Demonstrationsprojekte bereitzustellen;
  - die Möglichkeiten des sechsten EU-Forschungsrahmenprogramms für die Forschungsförderung der Geothermie voll auszuschöpfen, z. B. indem deutschen Firmen eine entsprechende Kofinanzierung aus Bundesmitteln gegeben wird;
  - in der Entwicklung des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms auf eine stärkere Berücksichtigung der Geothermie hinzuwirken;
  - die geothermische Branche beim Aufbau eines Risikofonds zu unterstützen, der die Fündigkeits- und Bohrisiken finanziell absichert;
  - eine Datenbasis zur Reduzierung der Fündigkeitsrisiken aufzubauen;
  - sich bei der Helmholtzgemeinschaft (HGF) dafür einzusetzen, dass die Geothermieforschung einen besonderen Stellenwert im Energieprogramm der HGF erhält;
  - zu prüfen, wie beim Bergrecht die Rechtsunsicherheit geothermischer Nutzung im Untergrund im Sinne des Ausbaus der Geothermie beseitigt werden kann.“

Der Bericht der Bundesregierung, der sich an den vorgegebenen Inhalten orientiert, wird hiermit vorgelegt. Der Bericht umfasst aufgrund der gewachsenen Bedeutung erneuerbarer Wärme auch die Wärmeerzeugung aus tiefer Geothermie.

### 3 Sachstand

Die Bundesregierung hat seit 2003 in allen relevanten Förderinstrumenten einen Schwerpunkt auf die Förderung von Geothermieprojekten gelegt und die Marktentwicklung, z. B. im Erfahrungsbericht von 2007 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz, dokumentiert. Es ist festzustellen, dass die Technologie- und Marktentwicklung seit 2003 langsamer erfolgt ist als erwartet.

#### 3.1 Stand der Marktentwicklung

##### Geothermieanlagen zur Stromerzeugung

Konkrete Planungen für Projekte zur Stromerzeugung aus Geothermie in Deutschland setzten im Wesentlichen nach der Neufassung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Jahr 2004 ein. In Deutschland sind seitdem insgesamt drei Anlagen zur Stromerzeugung aus tiefer Geothermie in Betrieb gegangen. Diese Geothermiekraftwerke befinden sich in Neustadt-Glewe (Mecklenburg-Vorpommern), Landau (Rheinland-Pfalz) und Unterhaching (Bayern). In diesen Kraftwerken ist eine elektrische Leistung von zusammen etwa 7,4 Megawatt installiert. Die Anlagen in Neustadt-Glewe und Unterhaching liefern zusätzlich Wärme zu Heizzwecken, in Landau ist eine Wärmelieferung in Vorbereitung. Nach Anschluss der zu-

nächst geplanten Wärmeabnehmer verfügen die drei Anlagen über eine thermische Leistung von insgesamt etwa 51 MW. Die Anlagen könnten schätzungsweise pro Jahr etwa 57 Gigawattstunden Strom erzeugen. Sie werden allerdings teilweise in der Heizperiode nach dem Wärmebedarf geregelt und erzeugen dann weniger oder keinen Strom.

Projekt (Inbetriebnahmejahr)	Elektrische Leistung	Wärmeleistung	Temperatur Thermalwasser
Neustadt-Glewe (2003)	0,23 MW	7 MW	98 °C
Landau (2007)	3,80 MW	ca. 6 MW	ca. 155 °C
Unterhaching (2008)	3,36 MW	38 MW	ca. 122 °C

Darüber hinaus sind mindestens sieben Projekte zur Stromerzeugung aus Geothermie, größtenteils in Kombination mit einer geplanten Wärmeversorgung, im Bau.

##### Geothermieanlagen zur Wärmeerzeugung

Die Nutzung von Geothermie zur Wärmeerzeugung hat schon eine längere Tradition in Deutschland. Es sind in Deutschland etwa 167 Anlagen zur Nutzung tiefer geothermischer Wärme in Betrieb. Dabei überwiegt die direkte Nutzung für Thermalbäder und deren Gebäudewärmebedarf. Rund 160 Mio. kWh Wärme werden pro Jahr durch diese Anlagen erzeugt. Bei rund 13 Anlagen handelt es sich um Heizwerke mit Wärmenetzen für die Versorgung von Wohngebieten. Die drei Anlagen zur kombinierten Strom- und Wärmeerzeugung sind hier enthalten. Insgesamt sind damit etwa 100 MW an thermischer Leistung installiert. Das erste geothermische Heizwerk in Deutschland wurde 1984 in Waren an der Müritz in Betrieb genommen. Seit 1999 werden Geothermieanlagen durch das Marktanreizprogramm (MAP) gefördert. Insgesamt wurden 8 Vorhaben mit einem Darlehensvolumen von 18 Mio. Euro aus dem MAP gefördert. Seit 2005 ist ein deutlicher Anstieg der MAP-Förderung im Bereich Geothermie zu verzeichnen (85 Prozent des zugesagten KfW-Darlehensvolumens entfällt auf die Jahre ab 2005). Diese Nachfrage nach Fördermitteln korrespondiert zeitlich mit steigenden Energiepreisen und Zuwächsen beim Wärmenetzausbau.

Die Heizwerke in Pullach (10 MW thermisch), Neuruppin (2,1 MW thermisch) sowie Erding (Ausbau einer bestehenden Wärmeversorgung um 33 MW thermisch) sind seit 2006 neu realisiert worden. Etwa 15 weitere geothermische Heizwerke sind nach Branchenangaben in der Planung.

### 3.2 Zielsetzungen und Chancen

Die nationalen und internationalen Beschlüsse zum Klimaschutz sind eine treibende Kraft beim weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland. Auf EU-Ebene wurde 2007 erstmals ein verbindliches Ziel für den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch beschlossen. Danach soll ein Anteil von 20 Prozent bis 2020 erreicht werden, für Deutschland bedeutet dies ein Ziel von 18 Prozent. Die Bundesregierung hat ambitionierte Ziele für den Ausbau der erneuerbaren Energien beschlossen. Als Teil des Integrierten Energie- und Klimapakets von 2007 wurde durch den Beschluss des Bundestages am 6. Juni 2008 zum Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) das Ziel, mindestens 30 Prozent Anteil erneuerbarer Energien an der Stromversorgung zu erreichen, gesetzlich verankert. Das gleichzeitig verabschiedete Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG) sieht ebenfalls bis 2020 das Ziel eines 14 Prozent Anteils erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch für Wärme vor.

Der TAB-Bericht hat 2003 eine Zielsetzung von der Bundesregierung für die Stromerzeugung aus Geothermie gefordert. Dem wurde nicht gefolgt. Es ist bislang kein spezifisches Ziel für die Stromerzeugung aus Geothermie festgelegt worden, da technologische Entwicklungen bei allen erneuerbaren Energien noch zu unterschiedlichen Anteilen im erneuerbaren Energiemix führen können. Die Energieerzeugung aus Tiefengeothermie ist aber ein wesentlicher Bestandteil der Szenarien, die den beschlossenen Zielen der Bundesregierung zugrunde liegen. Die Energiegewinnung aus Geothermie ist bedarfsgerecht regelbar, d. h. sie unterliegt im Gegensatz zu Windenergie oder Photovoltaik keinen Schwankungen. Geothermie ist dadurch potenziell eine wesentliche Säule im Mix einer zukünftigen Energieversorgung, die sich in wachsenden Anteilen auf erneuerbare Energien stützt.

Nach der BMU-Leitstudie 2008 werden bis 2020 etwa 280 Megawatt installierte elektrische Leistung bzw. 1,8 Milliarden Kilowattstunden pro Jahr erzeugter Strom aus der tiefen Geothermie prognostiziert. Diese Anlagen sollen darüber hinaus rund 3,4 Milliarden Kilowattstunden Wärme liefern. Weitere 4,8 Milliarden Kilowattstunden Wärme werden aus tiefen Geothermieprojekten, die nur Wärme erzeugen, erwartet. Nach 2020 wird mit einer Beschleunigung des Wachstums gerechnet. Die Studie prognostiziert einen Anstieg der installierten elektrischen Leistung bis auf 850 Megawatt bis 2030.

Die in Deutschland zu erschließenden tiefen Geothermieressourcen liegen in einem niedrigen Temperaturbereich von 90 °C bis ca. 170 °C. Die Erfahrungen, die mit diesen Projekten gesammelt werden, sind auf viele andere Länder übertragbar. Zurzeit konzentriert sich die Erschließung der weltweiten geothermischen Ressourcen allerdings noch überwiegend auf die klassischen Dampf- und Heißwasserressourcen. Hier dominieren Unternehmen aus den Ländern Island, USA und Italien. Die Regionen im Niedertemperaturbereich umfassen weltweit eine mindestens doppelt so große Fläche wie die Heißwasserressourcen. Mit den deutschen Erfahrungen und weltweit

großen Potenzialen im Niedertemperaturbereich ergeben sich mittel- bis langfristig für deutsche Unternehmen gute Exportchancen.

Die Verbesserung der Rahmenbedingungen durch die EEG-Novelle, das neue EEWärmeG und die Ausweitung der Geothermieförderung im Marktanreizprogramm werden zu einem verstärkten Marktwachstum führen. Ein Indiz für eine perspektivisch deutlich zunehmende Anzahl von Geothermieprojekten sind die von den Bergämtern vergebenen Aufsuchungserlaubnisse und Konzessionsgebiete. Laut Erfahrungsbericht zum EEG waren mit Stand November 2006 rund 150 Erlaubnisse und Bewilligungen vor allem in den süddeutschen Bundesländern erteilt. Nach Branchenangaben sind durch die Änderungen im EEG und die neuen Förderbedingungen im Marktanreizprogramm zusätzlich rund 20 Projektplanungen im Jahr 2008 mit einem Investitionsvolumen von voraussichtlich rund 200 Mio. Euro neu initiiert worden.

### 3.3 Hemmnisse

Die Prognosen der BMU-Leitstudie liegen deutlich unter dem vom Deutschen Bundestag bis etwa 2015 vorgeschlagenen Ziel von 1 Gigawatt installierter elektrischer Geothermie-Leistung (TAB-Bericht). Grund für die langsamere Entwicklung sind die folgenden Hemmnisse bei der Realisierung tiefer Geothermieanlagen.

#### Geologie

Wesentliche Hemmnisse, die Geothermieprojekte grundlegend von anderen erneuerbaren Energieprojekten unterscheiden, sind die schwierige Einschätzung und kostenintensive Ermittlung der geologischen Verhältnisse im Untergrund (u. a. fehlende Daten, Unsicherheiten in den Erkundungsmethoden).

Darüber hinaus fehlen verallgemeinerungsfähige Erfahrungen aufgrund der geringen Zahl realisierter Projekte. Die Projekte benötigen relativ lange Realisierungszeiträume von mindestens fünf Jahren. Dabei wird rund die Hälfte der Zeit für die Standortfindung und die geowissenschaftliche Standortuntersuchung benötigt. Hinzu kommt, dass die Branche überwiegend mittelständisch geprägt ist und vorhandene Technologien aus der Öl- und Gasförderung nur schwierig an die Gegebenheiten der Geothermie angepasst werden können.

Die Kontinuität der in Gang gesetzten Entwicklung hängt außerdem stark vom Erfolg der laufenden Projekte ab. Die realisierten Projekte haben wertvolle Erfahrungen generiert, wichtige Firmen in die Branche geholt und technologische Entwicklungen angereizt. Misserfolge könnten zumindest kurz- bis mittelfristig die gesamte weitere Entwicklung beeinträchtigen.

#### Hohe Anfangskosten und Anfangsrisiko

Die Gesamtkosten von Geothermieprojekten zur Strom- und/oder Wärmeerzeugung variieren typischerweise zwischen 15 Mio. Euro und 70 Mio. Euro. 50 Prozent bis 75 Prozent der Gesamtkosten eines Geothermieprojektes

zur Stromerzeugung sind am Anfang des Projektes für die Realisierungen der Bohrung aufzubringen. Die Bohrkosten erreichen bei einer Dublette (zwei Bohrungen) hohe Anfangskosten von 10 bis 20 Mio. Euro. Auf das Kraftwerk und sonstige Komponenten entfallen dann später noch 25 Prozent bis 40 Prozent der Gesamtkosten. Bei einem Projekt zur Wärmeerzeugung dominieren die Kosten zur Wärmeverteilung (Wärmenetze). Auf die Bohrung und das Heizwerk entfallen dann nur rund 30 Prozent der Gesamtkosten, 70 Prozent entfallen auf die Wärmeverteilung. Die hohen Anfangskosten und das Fündigkeitsrisiko, das heißt das Risiko in der geplanten Tiefe eine nicht ausreichende Temperatur oder Schüttung (Volumenstrom) zu erschließen, sind sehr entscheidende Hemmnisse für die weitere Marktentwicklung der tiefen Geothermie.

### **Kostensteigerungen und Personalknappheit**

Auf der anderen Seite haben auch äußere Faktoren zu einer Verteuerung der Projekte beigetragen. Zum einen sind dies drastisch gestiegene Bohrkosten, die sich aus der hohen Nachfrage nach Bohrgeräten zur Exploration von Erdöl- und Erdgaslagerstätten ergeben, zum anderen die gestiegenen Weltmarktpreise für Stahl. Dies ist relevant, weil die Kosten für Bohrungen etwa die Hälfte der Gesamtkosten geothermischer Kraftwerke ausmachen. Die hohe Nachfrage nach Bohrgeräten führt außerdem dazu, dass sowohl Bohrgeräte als auch Fachpersonal knapp und damit teuer sind. Ausbildungsprogramme befinden sich im Hochschulbereich im Aufbau (z. B. Bochum, Aachen, Karlsruhe), ebenso Kompetenzzentren in Baden-Württemberg (Geothermie-Zentrum), Nordrhein-Westfalen (Geothermiezentrum Bochum) und Niedersachsen (niedersächsisches Tiefengeothermiekompetenzzentrum).

### **Wärmenetze**

Der langfristige weitere Ausbau der erneuerbaren Energien, darunter besonders die Wärmeerzeugung aus Geothermie, wird wesentlich von einem höheren Anteil der netzgebundenen Wärmeversorgung abhängen (Leitstudie BMU 2008). Der Ausbau von Wärmenetzen ist bisher nur langsam vorangekommen.

Das geänderte Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (KWKG) und das Marktanreizprogramm setzen attraktive finanzielle Anreize für einen weiteren Netzausbau. Darüber hinaus fördern Bund und Länder im Rahmen des Gesetzes über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK-Gesetz – GAKG) seit 2008 Investitionen in Infrastrukturmaßnahmen, die der dezentralen Versorgung mit erneuerbaren Energien dienen (z. B. Nahwärme- und Biogasleitungen).

Insgesamt besteht aber weiterhin die Herausforderung, Veränderungen der bestehenden Strukturen im Hinblick auf eine effizientere Nutzung der Geothermie zu erreichen.

### **Erschließung neuer Regionen**

Hydrothermale Anlagen, die im Untergrund vorhandenes heißes Thermalwasser nutzen, können vor allem im Süd-

deutschen Molassebecken, im Oberrheingraben und mit Einschränkungen im norddeutschen Becken kurzfristig erschlossen werden. Eine Hauptschwierigkeit ist dabei die lokal schwer einzuschätzende hydraulische Eigenschaft und damit die Ergiebigkeit der wasserführenden Schichten. Das Potenzial dieser Projekte für die Wärmenutzung ist hoch. Da Wärme aber in Verbrauchernähe produziert werden muss und eine gewisse Siedlungsdichte voraussetzt, kann voraussichtlich nur ein begrenzter Anteil des Potenzials tatsächlich erschlossen werden. Die installierte Leistung dürfte bis 2020 die Größenordnung von etwa 250 MW elektrisch nicht überschreiten.

Eine wirklich breite Anwendung der Tiefengeothermie ist in Deutschland erst zu erwarten, wenn neue Erschließungsmethoden eine Nutzung der hydraulisch dichten Sediment- und Kristallin-Gesteine (petrothermale Projekte) ermöglichen. Damit könnte Strom und Wärme aus Erdwärme durch Verpressen von Wasser aus heißem Gestein im tiefen Untergrund an praktisch jedem Standort erzeugt werden. Bislang befinden sich reine petrothermale Projekte aber noch im Forschungsstadium (Groß-Schönebeck, Soultz-sous-Forêts, Basel). In Soultz-sous-Forêts (Elsass) ist die grundsätzliche Machbarkeit durch die Inbetriebnahme einer Pilotanlage unter Beweis gestellt worden. Eine belastbare Abschätzung der Kosten solcher Projekte, der Erfolgswahrscheinlichkeit und damit der wirtschaftlich erschließbaren Potenziale ist noch nicht möglich.

Ein weiteres Hemmnis überwiegend petrothermaler Projekte liegt in der durch das Aufbrechen des Untergrundes mit Hilfe hohen Wasserdruckes (Stimulation) ausgelösten Seismizität. In Basel, einem erdbebengefährdeten Gebiet, sind nach Stimulationsarbeiten Erdbeben bis zu einer Stärke von 3,4 aufgetreten. Aufgrund der anderen geologischen Verhältnisse ist insbesondere im Norden Deutschlands bei vergleichbaren Projekten eine wesentlich geringere Seismizität zu erwarten. Obwohl keine baulichen Schäden erwartet werden, können diese Erdstöße spürbar sein, insbesondere auch in bewohnten Gebieten. Dies kann die Akzeptanz der petrothermalen Geothermie beeinträchtigen.

## **4 Förderinstrumente zur Markteinführung**

Ohne eine umfassende Förderung wären Projekte der tiefen Geothermie in Deutschland, insbesondere wegen der noch hohen technischen Unsicherheiten, hoher Investitionskosten und des hohen Anfangsrisikos, nicht realisierbar. Anreize, Geothermieprojekte in Deutschland zu realisieren, wurden seit 1999 in einer Reihe von Förderinstrumenten gesetzt. Die Markteinführung wurde dabei von einer intensiven Forschungsförderung begleitet. Die Geothermieförderung wurde insbesondere durch das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung 2008 deutlich verbessert, so dass die Maßnahmen mittlerweile sehr umfassend gestaltet und aufeinander abgestimmt sind.

Die Förderinstrumente unterstützen die Strom- und Wärmeerzeugung aus Geothermie, die Absicherung der Risiken sowie die Verteilung der Wärme in Wärmenetzen. Sie wirken den wesentlichen in Kapitel 3 beschriebenen Hemmnissen entgegen.

**Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)**

Ein wesentlicher Anreiz zur Realisierung von Geothermieanlagen besteht durch das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG). Im EEG sind feste Einspeisevergütungen für die Stromerzeugung aus Geothermieanlagen festgelegt. Die Vergütungssätze werden für eine Zeitdauer von 20 Jahren garantiert. 2004 wurden die Einspeisevergütungen für Strom aus Geothermie aufgrund erster Erfahrungen angepasst, nachdem sich herausgestellt hatte, dass die Vergütungssätze im EEG 2000 zu niedrig angesetzt worden waren.

Mit dem Beschluss des Bundestages zur Novelle des EEG vom 6. Juni 2008 (EEG 2009) auf der Grundlage des Erfahrungsberichts zum EEG vom 7. November 2007 wurden die Vergütungssätze für tiefe Geothermie erneut wesentlich verbessert und neue Boni eingeführt. Die Leistungsklassen wurden von vier auf zwei Klassen reduziert. Die Vergütungssätze sinken für neu installierte Anlagen ab dem 1. Januar 2010 jährlich um 1 Prozent. Das neue EEG ist am 1. Januar 2009 in Kraft getreten.

Unten stehende Tabelle gibt einen Überblick über die Vergütungssätze und Boni.

**4.1.1 Bewertung des Förderanreizes des EEG**

Für die bisher realisierten Projekte bildete das EEG eine wichtige Grundlage. Das EEG bietet durch die feste, kostendeckende und eine Mindestverzinsung garantierende Vergütung und die 20-jährige Vergütungsdauer für die Stromerzeugung eine hohe Planungs- und Investitionssicherheit. Voraussetzung für die Nutzung des EEG ist allerdings die erfolgreiche Realisierung des Projektes. Ist ein Projekt nicht erfolgreich, d. h. nicht fündig, muss im Extremfall die gesamte Investition für die Projektvorbereitung und die Bohrung abgeschrieben werden. Einnahmen durch das EEG werden dann nicht realisiert.

Die Stromerzeugung aus Geothermie ist mit größeren Wirtschaftlichkeitsrisiken verbunden als die Stromerzeugung beispielsweise aus der Windenergie an Land oder aus Biomasse. Hinzu kommt als Besonderheit das Fündigkeitsrisiko. Sie ist auch mit größeren Risiken verbunden als die reine Wärmeerzeugung aus Geothermie. Wegen des niedrigen Wirkungsgrades des Stromerzeugungsprozesses und des hohen Eigenbedarfs der Anlage für die Tiefwasserpumpe und den Kühlkreislauf müssen für eine rentable Stromerzeugung höhere Temperaturen

und Fließraten erreicht werden. Einnahmen aus Wärmeverkäufen sind daher ein weiteres wichtiges Standbein solcher Projekte, da sie die Rentabilität verbessern

Diese Gründe führen dazu, dass das EEG im Geothermiebereich nicht die gleiche Anreizwirkung wie in anderen Bereichen der erneuerbaren Energien zeigen kann. Um den Anreiz zum Bau von Geothermieanlagen zu erhöhen, ist es daher erforderlich, insbesondere die Risiken (Bohr- und Fündigkeitsrisiko) der Projekte durch ergänzende Fördermaßnahmen zu reduzieren. Dies wird inzwischen durch das Marktanreizprogramm gewährleistet.

**4.2 Erneuerbare-Energien Wärmegesetz (EEWärmeG)**

Das neue Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz (EEWärmeG), das am 1. Januar 2009 in Kraft tritt, sieht eine Nutzungspflicht im Neubau für erneuerbare Wärme vor. Diese Pflicht kann auch durch eine geothermische Wärmeversorgung, entweder durch die Nutzung oberflächennaher oder tiefer Geothermie, erfüllt werden. Die Bundesregierung hat hier ein Instrument geschaffen, das den Ausbau der Geothermienutzung im Bereich der Wärme weiter beschleunigen wird. Der Förderanreiz des EEWärmeG für tiefe Geothermieanlagen kann noch nicht bewertet werden, da diese Anlagen im Wettbewerb mit den übrigen Optionen zur Erfüllung der Nutzungspflicht des EEWärmeG stehen und zunächst Erfahrungen mit dem neuen Gesetz gesammelt werden müssen.

**4.3 Marktanzreizprogramm (MAP)**

Ein weiteres Instrument zur Förderung der tiefen Geothermie durch das Bundesumweltministerium ist das Marktanzreizprogramm (MAP). Einzelheiten zur Förderung sind den „Richtlinien zur Förderung von Maßnahmen zur Nutzung erneuerbarer Energien im Wärmemarkt“ vom 5. Dezember 2007 zu entnehmen. Anlagen der tiefen Geothermie werden aus dem MAP durch zinsverbilligte Darlehen mit Tilgungszuschüssen gefördert. Förderfähig sind:

- Die Errichtung der Tiefengeothermieanlage („Anlagenförderung“)
- Die Realisierung der Förder- und Injektionsbohrung („Bohrkostenförderung“) sowie unvorhergesehene Mehrkosten gegenüber der Bohrplanung („Mehraufwendungen“)

Leistungsanteil/ Vergütung (Ct./kWh)	EEG 2004 (alt)	EEG 2009	Bis 31.12.2015 Frühstarter- bonus	Wärme- nutzungsbonus	Technologie- bonus
Bis 5 MW <sub>el.</sub>	15,00	16,00	4,00	3,00	4,00
Bis 10 MW <sub>el.</sub>	14,00				
Bis 20 MW <sub>el.</sub>	8,95	10,50	4,00	–	–
Ab 20 MW <sub>el.</sub>	7,16				

- Die Reduzierung des Fündigkeitsrisikos durch Haftungsfreistellungen für bis zu 80 Prozent der Bohrkosten („Kreditprogramm Fündigkeitsrisiko“)
- Die Errichtung von Wärmenetzen („Wärmenetze“)

Die KfW-Darlehen können bei den durchleitenden Banken beantragt werden.

#### 4.3.1 Anlagenförderung

Geothermieprojekte zur Wärmezeugung erhalten aus dem MAP zinsverbilligte Darlehen mit einem Tilgungszuschuss zur Gesamtinvestition. Der Tilgungszuschuss wurde erhöht. Der Tilgungszuschuss beträgt jetzt 200 Euro je Kilowatt errichteter Nennwärmeleistung, höchstens jedoch 2 Mio. Euro je Anlage.

#### 4.3.2 Bohrkosten

Die Förderung im Bereich der Bohrung wurde neu in das MAP aufgenommen und ist abhängig von der Art des Projektes. Bei reinen Wärmeprojekten werden die Bohrkosten bezuschusst. Zusätzlich können unvorhergesehene Mehrkosten bei der Bohrung gefördert werden. Bei Projekten, die Strom erzeugen, werden nur die unvorhergesehenen Mehrkosten bei der Bohrung gefördert. Dieser Unterschied in der Förderung ist in den zusätzlichen Einnahmen dieser Projekte aus der Stromerzeugung durch das EEG begründet.

Die Bohrkosten für reine Wärmeprojekte werden durch Tilgungszuschüsse und zinsverbilligte Darlehen gefördert. Die Förderung wird in Abhängigkeit von der Tiefe der Bohrung gewährt. Der Tilgungszuschuss beträgt bei Bohrtiefen ab 400 m:

- für die Bohrtiefe ab 400 m bis 1 000 m unter Geländeoberkante 375 Euro je Meter vertikale Tiefe (nicht Bohrstrecke),
- für die Bohrtiefe zwischen 1 000 m bis 2 500 m unter Geländeoberkante 500 Euro je Meter vertikale Tiefe,
- ab 2 500 m Bohrtiefe unter Geländeoberkante bis Endtiefe 750 Euro je Meter vertikale Tiefe.

Die Förderung beträgt höchstens 2,5 Mio. Euro je Bohrung und höchstens 5 Mio. Euro je Geothermievorhaben.

Die nachgewiesenen Mehrkosten der Bohrung können bei allen Projekten der tiefen Geothermie anteilig gefördert werden. Die Förderung bemisst sich nach dem nachgewiesenen Mehraufwand pro Bohrung gegenüber der Planung (Nettokosten). Der Tilgungszuschuss beträgt 50 Prozent des nachgewiesenen Mehrkostenaufwands, höchstens 50 Prozent der ursprünglichen Plankosten und höchstens 1,25 Mio. Euro pro Bohrung.

#### 4.3.3 Kreditprogramm Fündigkeitsrisiko

Das Fündigkeitsrisiko, das heißt das Risiko in der geplanten Tiefe eine nicht ausreichende Temperatur oder Schütting (Volumenstrom) zu erschließen, ist das entscheidende Hemmnis für die Marktentwicklung der tiefen hydrothermalen Geothermie. Es erschwert die Finanzie-

rung durch Banken, führt zu Planungsunsicherheit und macht es daher für Investoren risikoreich, in Geothermieprojekte zu investieren.

In Zusammenarbeit mit der KfW wurde daher ein neues Kreditprogramm für Geothermieprojekte entwickelt, das eine Finanzierung trotz des Fündigkeitsrisikos ermöglicht. Diese Fördermaßnahme wurde in die Richtlinien des MAP aufgenommen. Sie kann von hydrothermalen Geothermieprojekten beantragt werden. Der zur Verfügung stehende Darlehensrahmen wird 60 Mio. Euro betragen. Die KfW kann daraus Darlehen pro Projekt in einer Höhe von bis zu 80 Prozent der Bohrkosten vergeben. Diese Darlehen werden im Fall der Nichtfündigkeit haftungsfrei gestellt, d. h. sie müssen vom Kreditnehmer ab diesem Zeitpunkt nicht weiter zurückgezahlt werden.

Über das Fördererelement können voraussichtlich Darlehen an 35 bis 40 Geothermieprojekte über eine Laufzeit von acht Jahren ausgereicht werden. Über die Laufzeit soll damit ein Investitionsvolumen von bis zu 400 Mio. Euro angestoßen werden.

Dieses Kreditprogramm wurde im Februar 2009 geöffnet.

#### 4.3.4 Wärmenetze

Wärmenetze werden im Rahmen des Kraft-Wärme-Kopplungsgesetzes (KWKG), des Gesetzes über die Gemeinschaftsaufgabe „Verbesserung der Agrarstruktur und des Küstenschutzes“ (GAK-Gesetz – GAKG) und im MAP gefördert.

Im KWKG werden bis zu 20 Prozent der Investitionskosten des Neu- oder Ausbaus, maximal 5 Mio. Euro je Wärmenetz gefördert. Soweit eine Förderung nach dem KWKG abgelehnt oder gekürzt wurde, ist eine Förderung im MAP möglich.

Bund und Länder fördern – im Verhältnis von 60 bzw. 40 Prozent – im Rahmen des GAKG seit 2008 Investitionen in Infrastrukturmaßnahmen, die der dezentralen Versorgung mit erneuerbaren Energien dienen (Nahwärme- und Biogasleitungen). Gemeinden, Gemeindeverbände und private Investoren können die Förderung beantragen. Gefördert wird die Infrastrukturmaßnahme einschließlich notwendiger Vorarbeiten, wie Erhebungen, Konzepte und Gutachten sowie Planungsarbeiten. Die Höhe der Zuwendung beträgt bei Gemeinden und Landkreisen bis zu 45 Prozent, bei Privaten bis zu 25 Prozent der förderfähigen Kosten. In bestimmten Fällen sind erhöhte Fördersätze und eine Kofinanzierung durch die EU möglich. Die Fördersätze sollen insgesamt ab 2010 erhöht werden.

Die Förderung von Wärmenetzen im MAP wurde durch neue Förderhöchstbeträge und Fördermöglichkeiten für Hausübergabestationen stark verbessert. Die Förderung von Wärmenetzen erfolgt unabhängig von der Wärme erzeugenden Anlage. Von der eingespeisten Wärme müssen mindestens 50 Prozent aus erneuerbaren Energien stammen. Die Förderung je Meter Trassenlänge bleibt im Vergleich zur Vorgängerrichtlinie auf ähnlichem Niveau bestehen, während sich die Förderhöchstbeträge erhöht haben. Dadurch können nun auch längere Trassen als bis-

her gefördert werden. Der Tilgungszuschuss beträgt für Geothermieprojekte 60 Euro je m Trassenlänge bei erstmaliger Erschließung bzw. 80 Euro je m Trassenlänge bei Erweiterung, höchstens jedoch 1,5 Mio. Euro. Zusätzlich können Hausübergabestationen mit 1 800 Euro je Übergabestation gefördert werden.

#### 4.3.5 Bewertung des Förderanreizes des MAP

Das MAP fördert in seiner neuen Ausrichtung Geothermieprojekte zur Wärmeerzeugung über den gesamten Projektverlauf, von der Bohrung über die Anlagentechnik bis zur Wärmeverteilung. Insbesondere das Kreditprogramm zum Fündigkeitsrisiko beseitigt ganz entscheidende Hemmnisse für den weiteren Ausbau der Geothermienutzung in Deutschland. Die MAP-Förderung ergänzt damit die Förderung durch das EEG und das KWKG in optimaler Weise.

Die Anreizwirkung der Verbesserungen im MAP für tiefe Geothermieprojekte wird als sehr gut eingeschätzt. Durch die insgesamt erhöhte Förderung ist ein stark verbesserter Anreiz zur Realisierung solcher Projekte zu erwarten.

#### 4.4 Finanzkrise

Aufgrund der vorherrschenden Verunsicherungen am Finanzmarkt sowie der fehlenden Liquidität werden Projekt- und Unternehmensfinanzierungen zunehmend zeitaufwändiger (Bildung von Bankenkonsortien) und teurer (Liquiditätsaufschläge). Davon ist aufgrund der hohen Projektrisiken auch besonders die Geothermiebranche betroffen. Ohne zusätzliche Unterstützung muss davon ausgegangen werden, dass Projekte nicht realisiert werden.

Die Bundesregierung hat bereits Maßnahmen ergriffen, um hier wirksam entgegen zu steuern. Das Konjunkturpaket II öffnet das bereits mit dem Konjunkturpaket I geschaffene „KfW Sonderprogramm“ für allgemeine Projektfinanzierungen, wie u. a. Geothermieprojekte. Das Programm refinanziert Banken mittels KfW-Krediten bis zu einem Kreditbetrag von i. d. R. 200 Mio. Euro pro Projekt. Das zunächst bis Ende 2009 angelegte Programm wird bis Ende 2010 verlängert. Für die Maßnahmen in dem Kredit- und Bürgschaftsprogramm steht im Rahmen des Konjunkturprogramms II ein Garantievolumen von insgesamt bis zu 100 Mrd. Euro zur Verfügung, das Konjunkturprogramm I hat ein entsprechendes Volumen von bis zu 15 Mrd. Euro. Außerdem ist die bessere Nutzung und Ausweitung des bestehenden inländischen Bürgschaftsinstrumentariums ein Schwerpunkt des Konjunkturprogramms II.

#### Empfehlungen:

- Überprüfung und Evaluation der Wirksamkeit und Wirtschaftlichkeit der Maßnahmen und ihres Zusammenspiels zur Förderung von Geothermieprojekten
- Verstärkte Information über Fördermöglichkeiten im Bereich tiefer Geothermie

## 5 Forschungsförderung im Bereich Geothermie

Grundlage für die Forschungsförderung erneuerbarer Energien ist das Energieforschungsprogramm (EFP) der Bundesregierung, gegenwärtig das 5. EFP. Mit diesem Programm wird die Forschung und Entwicklung innovativer Energietechnologien gefördert. Die Projektförderung wird dabei ressortspezifisch durch die Ministerien BMWi, BMBF, BMU und BMELV in konkreten Förderschwerpunkten umgesetzt. Die Zuständigkeit für den Bereich Geothermie liegt beim BMBF und beim BMU, wobei BMBF die Zentren der Helmholtz-Gemeinschaft institutionell und BMU marktnähere Forschungs- und Demonstrationsprojekte fördert.

Der Gesamtetat des 5. EFP betrug für die Jahre 2005 bis 2008 rund 1,5 Mrd. Euro für die Förderung von Forschung und Entwicklung moderner Energietechnologien. Bis 2008 wurde der Etat dabei durchschnittlich um 3 Prozent jährlich gesteigert. Die Steigerungen im Bereich der erneuerbaren Energien waren dabei überdurchschnittlich und betragen ca. 7,5 Prozent pro Jahr für BMU bzw. 5 Prozent pro Jahr für BMBF. Gemessen am Gesamtetat setzt die Bundesregierung damit einen Schwerpunkt im Bereich der erneuerbaren Energien.

Das BMU hat für den Bereich Geothermie aus dem Energieforschungsprogramm für erneuerbare Energien in den Jahren 2004 bis 2008 ca. 15,1 Prozent des Förderetats von 340 Mio. Euro bereitgestellt. Die höhere Förderung von Photovoltaik und Windenergie ist in der starken Marktdynamik und dem damit verbundenen internationalen Wettbewerbsdruck deutscher Unternehmen begründet. Zudem wurden für den Geothermiebereich auch wesentlich weniger qualifizierte Projektskizzen eingereicht und Mittel beantragt.

Im Rahmen des Geotechnologieprogramms der Bundesregierung, das durch das BMBF betreut wird, wurden bisher noch keine Forschungsarbeiten zur Geothermie ausgeschrieben. Es sind nach Auskunft des Geotechnologiebüros in den nächsten zwei Jahren auch keine Ausschreibungen geplant.

Bund und Länder haben sich entsprechend der Lissabon-Strategie das Ziel gesetzt, gemeinsam mit der Wirtschaft weiter anzustreben, bis 2010 drei Prozent des Bruttoinlandprodukts für Forschung und Entwicklung aufzuwenden. Bei einem Aufwuchs des BMU-Forschungsprogramms Erneuerbare Energien sollte insbesondere auch der Forschungsschwerpunkt Geothermie angemessen gestärkt werden. Ziel muss es dabei sein, das technologische Konzept der geothermischen Energienutzung zu optimieren und die Vorhersagegenauigkeit der Situation im tiefen Untergrund zu verbessern.

### 5.1 BMU-Forschungsprogramm für Erneuerbare Energien

Ziel der Forschungsförderung des Bundesumweltministeriums (BMU) im Bereich der Geothermie ist es, die in der Erdkruste gespeicherte Energie perspektivisch wirtschaftlich für die Strom- und Wärmeerzeugung nutzbar zu ma-

chen. Da sich die Nutzung der Geothermie in Deutschland noch im Anfangsstadium befindet, besteht ein hoher Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie an Demonstrationsprojekten.

Wie die Förderung im Marktanreizprogramm setzt auch die Forschungsförderung des BMU einen Schwerpunkt bei der Reduzierung der Risiken. Die auf der Grundlage von Diskussionen im Forschungsbeirat Geothermie festgelegten Schwerpunkte der Geothermie-Forschungsförderung sind in den Förderbekanntmachungen des BMU niedergelegt:

- Entwicklung von Methoden und Verfahren zur Verbesserung der Explorationstechnologien;
- Entwicklung von Messverfahren und -geräten, die unter den typisch geothermal hohen Temperaturen, Drücken und korrosiven Rahmenbedingungen verlässliche Daten während der Bohrung und für das Lagerstättenmanagement liefern und die auch für Prognose- und Lagerstättenmodelle genutzt werden können;
- Entwicklung und Verbesserung von Bohrtechniken, insbesondere zur Kostensenkung;
- Entwicklung und Verbesserung von Methoden und Verfahren, die das Lagerstättenmanagement optimieren und die Produktivität beeinflussen, insbesondere auch die Weiterentwicklung der Stimulationstechnik;
- Entwicklung von Geräten, Apparaten und Maschinen die unter den typisch geothermalen Bedingungen verlässlich und wartungsarm funktionieren (z. B. Pumpen);
- Untersuchung, Optimierung und Entwicklung von Verfahren und Techniken zur Wandlung von geothermischer Energie (Heißwasser und Dampf) in nutzbare Wärme und Strom (Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung, ORC- und Kalina-Prozess oder neuartige Verfahren, auch in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien).

Das BMU hat in den Jahren 2004 bis 2008 Projekte mit einem Volumen von über 60 Mio. Euro bewilligt. Schwerpunkte waren neben der Förderung von Demonstrationsprojekten die Entwicklung von Tiefbohranlagen und Pumpen sowie Projekte zur Verbesserung der Datenbasis im tiefen Untergrund.

### Demonstrationsprojekte

Das BMU hat Demonstrationsvorhaben in den allen drei im Geothermiebericht des Büros für Technikfolgenabschätzung des Deutschen Bundestages (2003) beschriebenen geothermisch hoffnungsvollen Regionen (Molassebecken, Oberrheingraben und Norddeutsches Becken) gefördert. Dabei wurde auch auf eine Erprobung unterschiedlicher technologischer Ansätze Wert gelegt.

#### a) Neustadt-Glewe

In Neustadt-Glewe wird bereits seit 1994 geothermische Wärme für ein angrenzendes Wohngebiet erzeugt. Die

Bohrungen haben eine Tiefe von 2 200 m. Das Wasser erreicht Temperaturen von 98 °C. An diese bestehenden Anlagen knüpfte das erste Geothermieprojekt zur Stromerzeugung an, das durch BMU gefördert wurde. Dazu wurde 2003 eine ORC-Anlage (Organic-Rankine-Cycle) mit einer installierten elektrischen Leistung von 210 Kilowatt realisiert. Bei diesem Verfahren wird die Wärme auf ein organisches Lösungsmittel übertragen, das in einem geschlossenen Sekundärkreislauf zirkuliert. Im Vergleich zu Wasser, das sonst als Arbeitsmedium in Kraftwerken üblich ist, haben die organischen Arbeitsmittel einen höheren Dampfdruck und können schon bei Temperaturen um 90 °C in einer Dampfturbine eingesetzt werden. Die Anlage ging 2004 in Betrieb. Die Stromerzeugung in Neustadt-Glewe ist allerdings auf die Sommermonate beschränkt, da die Erdwärme im Winter zu Heizzwecken benötigt wird.

#### b) Soultz-sous-Forêts

Das Projekt Soultz-sous-Forêts (Elsass) ist ein petrothermales Projekt, das intensiv zur Entwicklung dieser Technologie genutzt wurde. Es wurde 1987 gestartet und ist ein Gemeinschaftsprojekt der Europäischen Union, Frankreichs und Deutschlands. Die Bohrtiefe beträgt 5 000 m. Eingepresstes Wasser wird in der Bohrung bis auf 200 °C erhitzt. Das Pilotprojekt hat nachgewiesen, dass es prinzipiell möglich ist, auch in großen Tiefen Geothermie aus heißen und nach einer Stimulation geklüftetem Gestein zur Stromproduktion zu nutzen. 2008 konnte ein Teilerfolg erzielt werden. Im ersten Halbjahr 2008 wurde die Stromproduktion aufgenommen. Die installierte elektrische Leistung beträgt 1,5 MW.

Die Gesamtkosten betragen über 90 Mio. Euro. Deutschland hat das Projekt mit rund 31 Mio. Euro unterstützt. Weitere Fördermittel in jeweils etwa gleicher Höhe steuerten Frankreich und die EU bei.

#### c) Landau

Im November 2007 ging im pfälzischen Landau die erste industriell ganzjährig arbeitende Geothermieanlage zur gleichzeitigen Strom- und Wärmeversorgung in Betrieb. Die beiden Bohrungen in Landau erreichen eine Tiefe von 3 400 Metern. Sie haben an der Erdoberfläche einen Abstand von 6 Metern und verlaufen im Untergrund schräg in entgegen gesetzte Richtungen, so dass der Abstand in der Endtiefe etwa 1 450 Meter beträgt. Die Temperatur des Wassers beträgt etwa 155 °C. Um das Fündigkeitsrisiko zu minimieren und ökonomisch relevante Förderraten zu erreichen, wurde ein Multihorizontansatz angewendet. Dabei wird das Thermalwasser auf verschiedenen unterirdischen Horizonten genutzt. Die drei Horizonte Muschelkalk, Buntsandstein und Kristallin (Granit) wurden technisch erschlossen. So wurde eine Förderrate von 70 Litern pro Sekunde (l/s) erreicht. Mit einer elektrischen Leistung von 3 Megawatt (MW) können rund 6 000 Haushalte mit Strom beliefert werden. Die Stromerzeugung erfolgt über eine ORC-Anlage. Mit der überschüssigen Wärme wird zunächst der Wärmebedarf von

300 Haushalten gedeckt. Nach einer Kapazitätserweiterung sollen 1 000 Haushalte versorgt werden.

Die Gesamtinvestitionen für das Projekt liegen bei etwa 20 Mio. Euro. Fördersumme BMU: 2,5 Mio. Euro.

#### **d) Unterhaching**

Die Geothermieanlage in Unterhaching bei München ging zum Jahreswechsel 2008/2009 ans Stromnetz. Zwei Bohrungen mit Tiefen von 3 446 Metern und 3 557 Metern wurden abgeteuft. Die beiden Bohrungen sind etwa 3,5 Kilometer voneinander entfernt. Mit dem geförderten heißen Wasser mit etwa 122 °C wird bereits seit Beginn der Heizperiode 2007 das örtliche Fernwärmenetz versorgt. Die Wärmeanschlussleistung beträgt derzeit 38 MW thermisch. Im Sommer, wenn wenig Fernwärme gebraucht wird, können bis zu 3,3 MW elektrische Energie ins Stromnetz eingespeist werden. Die Stromgewinnung erfolgt durch eine Kalina-Anlage von Siemens. Sie wird die vorhandene Energie im Thermalwasser effizienter und wirtschaftlicher in elektrischen Strom umwandeln.

Die Gesamtsumme der Investitionen beträgt über 60 Mio. Euro. Fördersumme BMU (Begleitforschung) 2,4 Mio. Euro. Darüber hinaus wurde das Projekt aus dem Umweltinnovationsprogramm des BMU mit rund 4,7 Mio. Euro gefördert.

#### **e) Groß Schönebeck**

Das Geothermieprojekt Groß Schönebeck ist ein reines Forschungsprojekt des Geoforschungszentrums Potsdam (GFZ). Das Projekt konnte auf eine vorhandene Bohrung aus der Erdgasexploration zurückgreifen. 2007 wurde die zweite Bohrung abgeschlossen. Die Bohrungen haben eine Tiefe von 4 400 Metern. Die Bohrungen liegen Übertage etwa 28 Meter auseinander, in der Endteufe rund 475 Meter. Die Temperatur des Thermalwassers beträgt zirka 150 °C.

Es wurde ein unterirdischer Wärmetauscher geschaffen. Dazu wurde das unterirdische Gestein unter hohem Wasserdruck aufgesprengt („gefract“) und so porös gemacht. Die Wasserfracs wurden auf 3 Horizonten (Multihorizontansatz) durchgeführt. In ersten Zirkulationsversuchen wurden die für die Stromproduktion notwendigen Fließraten erreicht. Außerdem wurde ein spezielles den unterirdischen Wärmespeicher schonendes Bohrverfahren zur Erschließung des Thermalwasserreservoirs entwickelt und erfolgreich erprobt. Damit sind Lagerstätte und Bohrung für einen Bewirtschaftungszeitraum von 20 bis 30 Jahren optimal vorbereitet.

Es wird angestrebt, nach Abschluss der laufenden Forschungs- und Entwicklungsarbeiten in Groß Schönebeck ein kommerzielles Geothermiekraftwerk zur Stromproduktion zu errichten.

Das BMU hat die Arbeiten des GFZ bisher mit rund 16 Mio. Euro gefördert.

#### **f) Projekt „Super-C“ der RWTH-Aachen**

Am Standort Aachen wurde mit einer Geothermiebohrung im Zuge des Geothermie-Projektes „Super-C“ Nord-

rhein-Westfalens eine erste tiefe Erdwärmesonde realisiert. Die Anlage soll bis zu 80 Prozent des Wärme- und Kältebedarfs des neuen Studien- und Servicezentrums der RWTH Aachen decken. Dies entspricht der Wärmemenge von 200 Einfamilienhäusern. Die nutzbare geothermische Wärmeleistung beträgt 450 Kilowatt. Die Bohrtiefe beträgt 2 544 Meter und es wird eine Temperatur von 85 °C erreicht. Die Investitionskosten betragen 23 Mio. Euro. Das Projekt wurde durch das Land Nordrhein-Westfalen und der EU-Kommission mit 5,64 Mio. Euro gefördert.

### **5.2 Datenbasis „GeotIS“ zur Reduzierung des Fündigkeitsrisikos**

Zur Reduzierung von Fündigkeitsrisiken und einer besseren Planung von Geothermieprojekten sind erhebliche Verbesserungen der Datenbasis erforderlich. Besonders wichtig ist die umfassende und systematische Zusammenstellung von Untergrundtemperaturdaten und Daten über die hydraulischen und chemischen Eigenschaften der Reservoirs.

Das Forschungsvorhaben „Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland“ (GeotIS) soll diese Informationslücke schließen. Das Projekt wird unter der Federführung des Leibniz-Instituts für Angewandte Geophysik (LIAG, früher GGA) in Zusammenarbeit mit mehreren Projektpartnern durchgeführt. Es wurde 2005 gestartet und endet 2009. Das Projekt wird durch das Bundesumweltministerium mit rund 2,3 Mio. Euro gefördert.

Ziel des Vorhabens ist der Aufbau einer Datenbank mit interaktiven Recherchemöglichkeiten. Grundlage für die Datenbank sind geologische Informationen, insbesondere aus vorhandenen Bohrungen und geologischen Untersuchungen. Es werden Fachinformationssysteme zu den Bereichen Hydraulik und Geophysik erarbeitet. Es entsteht eine Datenbank mit allen projektrelevanten Daten, aus denen Raummodelle als Grundlage für die Visualisierung und die Berechnungen von geothermischen Ressourcen berechnet werden können.

Grundlage für die Datenbank ist auch die Nutzung von geologischen Industriedaten zur Erhöhung der Datendichte und damit Verbesserung der Vorhersagequalität. Dies ist allerdings noch nicht uneingeschränkt möglich. Die Bereitschaft oder rechtliche Verpflichtung zur Freigabe durch die Eigentümer ist noch nicht umfassend gelöst. Gegenwärtig ist das Eigentumsrecht an den Daten in Deutschland nicht befristet. Die Eigentümer behalten sich die Offenlegung der Daten auch Jahrzehnte nach der Datenerhebung vor. Eine rechtlich fixierte Offenlegung von Industriedaten wäre für Deutschland als Investitions- und Forschungsstandort sinnvoll (siehe auch Kapitel 7).

### **5.3 EU-Forschungsrahmenprogramm**

Neben der Förderung des Pilotprojektes „Soulz-sous-Forêts“ wurden durch das sechste EU-Forschungsrahmenprogramm vier weitere Projekte mit deutscher Beteiligung von der Europäischen Kommission gefördert, die sich zumindest teilweise mit Aspekten der geothermi-

schen Stromerzeugung befassen. Es handelt sich hierbei um:

- ENGINE (<http://engine.brgm.fr/>; Koordinator: BRGM/Frankreich),
- I-GET ([www.i-get.it](http://www.i-get.it); Koordinator: GFZ Potsdam)
- LOWBIN ([www.lowbin.eu](http://www.lowbin.eu); Koordinator: CRES/Griechenland)
- HITI (<http://hiti.isor.is/>; Koordinator: ÍSOR/Island).

ENGINE (ENhanced Geothermal Innovative Network for Europe) ist ein Koordinierungsprojekt, an dem sich 36 Partner aus 14 europäischen und 4 außereuropäischen Ländern beteiligen. Ziel des Projektes ist es, den Stand der Technik und Forschung auf dem Feld der tiefen Geothermie in Europa zu erfassen und zu dokumentieren. Es sollen maßgebliche Wissenslücken erkannt und zukünftige Forschungsschwerpunkte identifiziert werden.

Im Projekt I-GET (Integrierte Geophysikalische Technologie zur Erkundung geothermaler Lagerstätten) wird ein innovativer Ansatz zur Erkundung geothermischer Reservoire entwickelt und erprobt.

Das Projekt LOWBIN zielt auf eine erhebliche technische Verbesserung und Optimierung des Stromerzeugungsprozesses im niedrigen Temperaturbereich. Dadurch sollen die Wirtschaftlichkeit, die Wettbewerbsfähigkeit und die Marktdurchdringung dieser Technologie verbessert werden.

Das HITI-Projekt zielt darauf ab, geophysikalische und geochemische Messgeräte und Methoden für die Anwendung in tiefen Geothermiebohrungen zur Verfügung zu stellen. Im Rahmen von HITI werden daher neue Geräte und Methoden, die Schlüsselpositionen bei der Reservoirerkundung und dem produktionsbegleitenden Monitoring einnehmen, für den ober- und untertägigen Einsatz entwickelt, konstruiert und getestet.

Die deutschen Beiträge werden vorrangig von Forschungseinrichtungen, wie z. B. dem GFZ, das an allen vier Projekten maßgeblich beteiligt ist, oder dem LIAG (früher GGA), übernommen. An zwei dieser Projekte sind die deutschen Firmen Geothermie Neubrandenburg GmbH (I-GET) und GeoMeasuringSystems GmbH Bochum (ENGINE) als Partner beteiligt.

Deutschland hatte bei der Entwicklung des 7. EU-Forschungsrahmenprogramms eine starke Berücksichtigung der erneuerbaren Energien eingefordert. Im Ergebnis ist die Geothermie im Gegensatz zum 6. Rahmenprogramm nun erstmals als eigenständiges Gebiet in den erneuerbaren Energien etabliert. Im ersten Aufruf für erneuerbare Energien vom Dezember 2006 fand sich allerdings nur ein Geothermie-Thema (Mitigation of induced seismicity) zur Förderung eines kleinen Forschungsprojekts mit einer max. Fördersumme von 4 Mio. Euro. Ein zu diesem Aufruf eingereichter Antrag durch das koordinierende GFZ Potsdam wurde von der Europäischen Kommission auf der Reserve-Liste eingestellt. Eine stärkere Berücksichtigung der Geothermie ist bisher nicht erkennbar.

#### Zukünftige wichtige Forschungsschwerpunkte:

- Stärkung der Forschungseinrichtungen und stärkere Vernetzung der Kommunikation der Forschungsergebnisse zur ganzheitlichen Darstellung der Anforderungen an geothermische Kraftwerkssysteme
- Pflege und Fortschreibung des Geothermischen Informationssystems
- Umsetzung von Demonstrationsprojekten zum Nachweis der Machbarkeit petrothermaler Projekte in Deutschland
- Entwicklung energieeffizienter und langzeitauglicher Förderpumpen und Reinjektionspumpen für eine entscheidende Verbesserung der Verfügbarkeit der geothermischen Ressourcen
- Koordinierte Entwicklung von korrosionsstabilen Komponenten für geothermische Kraftwerke, wie Rohre, Pumpen, Wärmetauscher
- Entwicklung neuer Stimulierungstechniken und Verbesserung der technischen Möglichkeiten zur Untersuchung der natürlichen Spannungen des Untergrundes, um Abläufe beim Auslösen und Ausbreiten mikroseismischer Ereignisse zu verstehen und zu beeinflussen
- Fortführung der wissenschaftlichen Begleitung des Projektes Soultz-sous-Forêts.

## 6 Umweltauswirkungen

In einem Forschungsprojekt des Umweltbundesamtes wurden die klein- und großräumigen Umwelteffekte der geothermischen Stromerzeugung mittels einer Lebensweganalyse ermittelt und bewertet.

### 6.1 Massen- und Energieströme

Mehr als 80 Prozent aller bilanzierten Umwelteffekte tiefer Geothermieprojekte – der Verbrauch erschöpflicher Energieressourcen sowie die Emissionen – resultieren bei Betrachtung der Netto-Stromproduktion aus der Lagerstättenschließung, d. h. der Bohrung, und werden durch die geologischen Gegebenheiten bestimmt. Problematisch ist der niedrige Wirkungsgrad der elektrischen Stromerzeugung. Er liegt bei etwa 10 bis 13 Prozent. Berücksichtigt man den Eigenbedarf der Anlagen für die Tiefwasserpumpe und den Kühlkreislauf ergibt sich ein – optimierungsbedürftiger – Systemwirkungsgrad von 5 bis 7 Prozent.

Wird ausschließlich Strom erzeugt, fallen die Bilanzen für hydrogeothermale Anlagen im Oberrheingraben im Vergleich zum Süddeutschen Molassebecken und zum Norddeutschen Becken günstiger aus. Wird zusätzlich zur Stromerzeugung die im Thermalwasserstrom verbliebene Restwärme ausgekoppelt und zur Wärmeversorgung bereitgestellt, bestimmt die eingespeiste Wärmemenge die Umweltbilanz und nicht die Geologie. Die Umweltbilanz wird durch die Effekte der Wärmenutzung in den meisten Fällen positiv. Entscheidend für die Bilanz bleibt, dass je-

des Anlagenkonzept – bei der Anlagenleistung (ggf. Mehrbohrlochsysteme und petrothermale Systeme), der Förderrate, der Konversionstechnik (Wirkungsgradsteigerung), der Auslegung des Kühlkreislaufs (unter standortspezifischen Randbedingungen optimiert) – so ausgelegt wird, dass die erzeugte Netto-Strommenge maximal ist.

Die errechnete Lebenswegbilanz von petrothermalen Konzepten zeigt weiteres Potential, die Umweltwirkungen noch weiter zu reduzieren. Auch eine Kombination von Geothermie mit anderen Wärmeträgern zu Hybridkraftwerken kann zu einer ökologischen Optimierung beitragen.

### Bewertung der Ergebnisse der Lebensweganalyse

Die betrachteten geothermischen Anlagenkonzepte liegen in allen analysierten Bereichen innerhalb der Bandbreite der übrigen regenerativen Stromerzeugungskonzepte. Gegenüber den fossilen Energieträgern führt die geothermische Stromerzeugung vor allem in Bezug auf den Verbrauch erschöpflicher Energieressourcen und die Emissionen von Treibhausgasen zu einer deutlichen Verminderung. Im Kraftwerksbetrieb sind geothermische Systeme emissionsfrei.

## 6.2 Lokale Umwelteffekte

Die ober- und untertägigen Eingriffe in die Umwelt am Standort der Stromerzeugungsanlage wurden für alle Projektphasen (Errichtung, Betrieb und Rückbau der Anlage) untersucht. Es wurden keine irreversiblen, mittel- oder langfristigen Schadwirkungen identifiziert. Die umweltschutzrechtlichen oder technischen Regelungen sind ausreichend, um den Schutz der Umwelt zu gewährleisten, umweltpolitische Ziele zu erreichen und die soziale Akzeptanz sicherzustellen. Dennoch besteht folgender Beobachtungs- und Entwicklungsbedarf:

- Kontinuierliche Beobachtung der hydraulischen und thermischen Veränderungen im Untergrund; Anpassung der Betriebsparameter und die Bemessung der bergrechtlichen Bewilligungsfelder an die Erfahrungen und die jeweiligen geologischen Gegebenheiten;
- Forschungsbedarf zur Erkundung neuer Stimulationstechniken (z. B. nach dem Multi-Frac-Verfahren) und Erforschung der natürlichen Spannungen im Untergrund, um die Abläufe beim Auslösen und Ausbreiten mikroseismischer Ereignisse zu verstehen und zu beeinflussen;
- Anpassung der Genehmigungsverfahren an den Regelungsbedarf von Geothermieprojekten z. B. durch die Erarbeitung umweltrechtlicher Leitlinien für Behörden und eines Planungsleitfadens für Projektplaner.

#### Empfehlungen:

- Planungsleitfaden für Projektplaner erstellen
- Umweltrechtliche Leitlinien für Behörden erarbeiten

## 7 Rechtsrahmen für Geothermieprojekte

Für den weiteren Ausbau der Geothermienutzung ist ein klarer gesetzlicher Rahmen von erheblicher Bedeutung. Im Folgenden wird dargestellt, welche Rechtshemmnisse identifiziert wurden.

Eine Analyse der rechtlichen Rahmenbedingung hat ergeben, dass die zuständigen Landesbehörden die Genehmigung von Geothermieanlagen unterschiedlich handhaben. Dies ist zum einen auf die (noch) geringe Verwaltungspraxis und zum anderen auf unterschiedliche geologische Randbedingungen zurückzuführen. Interessenskonflikte zwischen Behörden und Projektentwicklern wurden bei den ersten Verfahren oft durch informelle Gespräche auf Behördenebene und damit ohne gerichtliche Auseinandersetzung gelöst. Aus Sicht der im Rahmen eines Rechtsgutachtens des Bundesumweltministeriums befragten Behörden zeichnet sich jedoch ein Ende dieser Phase ab. Interessenskonflikte, insbesondere in Bezug auf die Größe des Erlaubnisfeldes und der Befristung der Erlaubnis, können sich dadurch verschärfen und einvernehmliche und informelle Lösungen seltener werden. Eine einheitliche Auslegung der rechtlichen Rahmenbedingungen ist im Hinblick auf Rechtssicherheit für die Investoren wichtig. Im Folgenden werden die rechtlichen Rahmenbedingungen erläutert und Interpretationsspielräume der bestehenden rechtlichen Regelungen sowie rechtlicher Änderungsbedarf aufgezeigt.

### 7.1 Bundesberggesetz (BBergG)

Die zentrale Regelungsmaterie für die Errichtung und den Betrieb von geothermischen Anlagen ist das BBergG. Das Genehmigungs- und Zulassungsverfahren für die Aufsuchung und Gewinnung von Erdwärme nach dem BBergG ist vergleichsweise komplex. Allein aus der Komplexität des bergrechtlichen Genehmigungsverfahrens folgt jedoch bislang kein grundlegendes Hemmnis für die Nutzung von Erdwärme. Denn die erforderlichen behördlichen Genehmigungen werden innerhalb weniger Monate erteilt. Die Dauer der Genehmigungsverfahren weicht nicht wesentlich von der anderer Genehmigungsverfahren, etwa nach dem Baurecht oder dem Immissionsschutzrecht, ab. Ein Bedarf zur Änderung der Genehmigungsvorschriften aus dem BBergG besteht deshalb nach Ansicht der Bundesregierung nicht. Gleichwohl können Empfehlungen zur Auslegung des Bundesberggesetzes dazu beitragen, eine einheitliche Handhabung in der Praxis zu gewährleisten. Dies wird im Folgenden erläutert:

#### 7.1.1 Abgrenzung oberflächennaher und tiefer Geothermie

Nach § 3 Absatz 2 Satz 2 Nummer 2b BBergG gilt die Erdwärme als bergfreier Bodenschatz, der grundsätzlich dem Anwendungsbereich des bergrechtlichen Regimes unterliegt. Das BBergG nimmt jedoch in § 4 Absatz 2 Nummer 1 BBergG die Gewinnung von Bodenschätzen und damit auch von Erdwärme in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung vom An-

wendungsbereich des Bergrechts aus. Gleiches gilt für die Aufbereitung von Erdwärme nach § 4 Absatz 3 Satz 2 Halbsatz 2 BBergG. Diese Ausnahmen enthalten keine bezifferte Tiefenbegrenzung. In § 127 BBergG wird lediglich eine Grenze von 100 Metern für die technische Überwachungsvorschrift festgelegt, die für Bohrungen ganz generell gilt.

Die Geothermiegewinnung in einem Grundstück im Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung mit den üblichen Bohrtechniken fällt grundsätzlich nicht in den Anwendungsbereich des BBergG, sondern unterliegt erst ab 100 Metern lediglich der technischen Überwachungsvorschrift des § 127 BBergG. In der Praxis der zuständigen Behörden genügt dann regelmäßig das Anzeigeverfahren. Eine bergrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung dieser oberflächennahen Erdwärmegewinnung ist nicht erforderlich. Die Bundesregierung wird sich für eine einheitliche Auslegung des BBergG in diesem Sinne in der behördlichen Praxis einsetzen.

### 7.1.2 Unterteilung von Erlaubnis- und Bewilligungsfeldern

Das BBergG sieht derzeit keine Möglichkeit vor, Erlaubnis- und Bewilligungsfelder in verschiedene Tiefenstockwerke zu unterteilen. Allein der Inhaber einer Erlaubnis oder Bewilligung hat das Recht, in seinem Feld, dem sog. Bewilligungsfeld, tätig zu werden. Andere Unternehmer sind hingegen von einer Aufsuchung oder Gewinnung desselben Bodenschatzes im gleichen Feld ausgeschlossen. Das gilt auch dann, wenn die jeweiligen Tätigkeiten völlig unabhängig voneinander betrieben werden können. Dies hat zur Folge, dass ein bestimmtes Feld nicht durch unterschiedliche Unternehmer einmal zur Wärmeversorgung und zum anderen zur Stromerzeugung genutzt werden kann. Das aufgezeigte Problem rechtfertigt jedoch nicht die Durchbrechung der auf horizontale Abgrenzung der Bergbauberechtigungen zugeschnittenen bergrechtlichen Systematik mit gegenwärtig nicht absehbaren Folgewirkungen für das Bergrechtsregelwerk, z. B. Bergschadensrecht, Grundabtretung und Zulegung. Statt dessen sollten Beispielprojekte und die praktischen Probleme analysiert und Lösungsmöglichkeiten des geltenden Rechts ausgeschöpft werden, z. B. durch die erweiterte Auslegung der bestehenden Ausnahme nach § 4 Absatz 2 Nummer 1 BBergG für die Geothermiegewinnung innerhalb eines Grundstücks.

### 7.1.3 Befreiung von der Betriebsplanpflicht

Der Betriebsplan dient der fortlaufenden behördlichen Kontrolle und Genehmigung der bergrechtlichen Tätigkeit. Der Grund für Betriebspläne liegt darin, dass der Abbau bestimmter Rohstoffe durch eine Dynamik und räumliche Fortentwicklung bzw. durch eine räumliche Verschiebung des Betriebes gekennzeichnet ist. Anders als ein Kohleabbau, der über einen längeren Zeitraum in unterschiedliche Richtungen und Tiefen vorangetrieben wird, ist der Betrieb geothermischer Anlagen eher „statisch“. Zudem wird bei der Gewinnung von geothermi-

scher Wärme kein bestimmtes Vorkommen ausgeschöpft, da die dem Untergrund entzogene Wärme durch nachströmende Wärme ausgeglichen wird. Ein genereller Verzicht auf das Betriebsplanerfordernis kommt jedoch auf Grund möglicher nicht absehbarer Entwicklungen nicht in Betracht. Für Fälle geringer Gefährlichkeit und Bedeutung bietet die Möglichkeit zur Befreiung von der Betriebsplanpflicht nach § 51 Absatz 3 BBergG ausreichend Flexibilität, um den einzelnen Anforderungen Rechnung zu tragen. Rechtlicher Änderungsbedarf wird nicht gesehen. Investoren sollten gezielt und ausdrücklich auf diese Möglichkeit hingewiesen werden. Die Bundesregierung wird sich für eine einheitliche Auslegung des BBergG in diesem Sinne in der behördlichen Praxis einsetzen.

### 7.1.4 Größe der Erlaubnisfelder

Welche Größe das Erlaubnisfeld entsprechend BBergG hat, variiert je nach Bundesland; die Behördenpraxis ist uneinheitlich. Maßstab ist einerseits, dass das Erlaubnisfeld eher großflächig angelegt sein sollte, um ein ausreichend großes Untersuchungsgebiet nutzen zu können. Andererseits darf es nicht so groß bemessen sein, dass konkurrierende Aufsuchungsinteressen wegen des Ausschließlichkeitsprinzips praktisch nicht zum Zuge kommen können. Je größer das Interesse an der Geothermie wird, desto größer wird hier das Konfliktpotential. Die Bestimmung der jeweils erforderlichen Größe des Feldes dürfte jedoch keine rechtliche, sondern eine fachliche Frage sein. Rechtlicher Änderungsbedarf wird derzeit nicht gesehen.

### 7.2 Baugesetzbuch (BauGB)

Im Baugenehmigungsverfahren ist vor allem über die bauplanungsrechtliche und bauordnungsrechtliche Zulässigkeit der Übertageanlagen zu entscheiden. Geothermische Projekte sind nach § 35 Absatz 1 BauGB keine im Außenbereich privilegierten Vorhaben. Nach Absatz 2 kann die zuständige Behörde ein Vorhaben im Einzelfall dann zulassen, wenn (u. a.) öffentliche Belange nicht beeinträchtigt sind. Deshalb wird bislang in dieser bauplanungsrechtlichen Regelung der geothermischen Übertageanlagen kein Hemmnis für die Genehmigung gesehen. Es kommt zudem hinzu, dass in die EEG-Novelle ein Wärmenutzungsbonus aufgenommen wurde. Infolgedessen könnte es in Zukunft für den Unternehmer wirtschaftlich attraktiver sein, eine Geothermieanlage möglichst nahe zu den bzw. in den Siedlungsgebieten zu errichten. Bedarf für eine Änderung der bestehenden Regelungen des BauGB wird derzeit nicht gesehen.

### 7.3 Geodaten

Ein Anspruch auf die Offenlegung von Geodaten besteht nach der gegenwärtigen Gesetzeslage nicht. Insbesondere ergibt sich ein solcher Anspruch nicht aus dem Umweltinformationsgesetz (UIG). Auch nach anderen Gesetzen besteht kein Anspruch auf Zugang zu den bei den Behörden vorhandenen Geodaten.

Der erschwerte Zugang geothermischer Unternehmen zu den bei den Behörden vorhandenen Geodaten begründet ein weiteres und wesentliches rechtliches Hindernis für die Errichtung geothermischer Anlagen. Geodaten über den Zustand des Untergrunds sind für die Planung einer geothermischen Anlage von erheblicher Bedeutung, denn anhand der Daten können die Risiken eines Geothermieprojekts besser beurteilt werden. Bislang muss der Zugang jeweils im Einzelfall privatrechtlich geregelt werden. Ein Erfolg ist nicht in jedem Fall sicher.

Aus Sicht der Bundesregierung empfiehlt sich deshalb die Schaffung eines besonderen gesetzlichen Anspruchs auf Offenlegung von Geodaten zugunsten derjenigen Unternehmen, die sich auf ein berechtigtes Interesse an der Offenlegung der Geodaten berufen können. Es sollte geprüft werden, welches Rechtsgebiet sich zur Regelung anbietet. Eine solche Regelung muss jedoch vor allem die verfassungsrechtlichen Anforderungen an den Schutz von Betriebs- und Geschäftsgeheimnissen berücksichtigen. Dabei kommen eine Fristenregelung, wonach Daten nach einer bestimmten Frist unbeschränkt offengelegt werden dürfen, oder eine Entschädigungsregelung, wonach die Daten gegen eine Nutzungsentschädigung weitergegeben werden müssen, in Betracht. Eine Fristenregelung erscheint gegenüber einer Entschädigungsregelung jedoch grundsätzlich vorzugswürdig, da sie praktisch einfacher handhabbar ist und damit einen effektiveren Zugang zu Daten gewährleistet. Bei einer angemessenen Frist können auch die Betriebs- und Geschäftsgeheimnisse in der verfassungsrechtlich gebotenen Weise geschützt werden. Um einen umfassenden Zugang zu Daten gesetzlich zu gewährleisten, könnte man eine Fristenregelung ggf. um eine Entschädigungsregelung ergänzen. Danach wären die vor der Frist erhobenen Daten gegen eine Nutzungsentschädigung offenzulegen.

In europäischen Nachbarländern, wie z. B. den Niederlanden, ist die Freigabe von Industriedaten und deren Bereitstellung durch die Landesämter durch eine Schutzfrist von 5 Jahren geregelt, so dass fünf Jahre nach Datenerhebung die Daten der Öffentlichkeit zugänglich sind. Dadurch kann eine Datendichte geschaffen werden, die Investoren in geothermische Systeme als hilfreiche Entscheidungsgrundlage dienen kann. Eine rechtlich fixierte Offenlegung von Industriedaten ist für Deutschland als Investitions- und Forschungsstandort notwendig.

#### 7.4 Wasserrechtliche Vorgaben

Die Wasserbehörden sind bereits bei der Entscheidung über den Antrag auf Erteilung einer bergrechtlichen Erlaubnis oder Bewilligung zu hören. Soweit geothermische Maßnahmen mit Einwirkungen auf das Grundwasser verbunden sind und die Voraussetzungen des § 3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG, insbesondere Absatz 2) erfüllt sind, hat die Wasserbehörde oder im Rahmen von bergrechtlichen Betriebsplänen die Bergbehörde im Einvernehmen mit der Wasserbehörde (vgl. hierzu § 14 Absatz 2 und 3 WHG) auch eine eigenständige wasserrechtliche Erlaubnis zu erteilen. Die zuständigen Behörden treffen ihre Entscheidungen im konkreten Einzelfall unter Be-

rücksichtigung der regionalen und lokalen Verhältnisse. Rechtliche Hemmnisse für die Genehmigung geothermischer Anlagen resultieren aus den Zuständigkeitsregelungen im Allgemeinen nicht.

Im süddeutschen Molassebecken ergeben sich allerdings nach Aussage der Projektentwickler aus geologischen Gründen wasserwirtschaftliche Probleme, die für die behördlichen Zulassungsentscheidungen von erheblicher Bedeutung sein können. Zum einen stehen die tiefen Erdwärmewässer im süddeutschen Molassebecken mit Trinkwasservorkommen in Verbindung. Zum zweiten ist das Wissen, wie und in welcher Weise sich Geothermieprojekte gegenseitig hydraulisch beeinflussen, noch unvollkommen.

Ein Bedarf zur Änderung bzw. Vereinfachung der wasserrechtlichen Vorgaben ist derzeit nicht ersichtlich.

#### Empfehlungen:

##### 1. Die Bundesregierung wird sich gemäß den folgenden Punkten für eine einheitliche Auslegung des Bundesberggesetzes (BBergG) in der Praxis einsetzen:

- Die Geothermiegewinnung in einem Grundstück in Zusammenhang mit dessen baulicher Nutzung mit den üblichen Bohrtechniken fällt grundsätzlich nicht in den Anwendungsbereich des BBergG, sondern unterliegt ab 100 Metern lediglich der technischen Überwachungsvorschrift des § 127 BBergG. In der Praxis genügt dann das Anzeigeverfahren. Eine bergrechtliche Erlaubnis oder Bewilligung dieser oberflächennahen Erdwärmenutzung ist nicht erforderlich.
- Auch bei der gleichzeitigen Gewinnung tiefer und erdoberflächennaher Erdwärme in verschiedenen Tiefenstockwerken sollten die Lösungsmöglichkeiten des geltenden Rechts ausgeschöpft werden, z. B. durch die erweiterte Auslegung der bestehenden Ausnahme nach § 4 Absatz 2 Nummer 1 BBergG für die Geothermiegewinnung innerhalb eines Grundstücks.
- Für Fälle geringer Gefährlichkeit und Bedeutung bietet die Möglichkeit zur Befreiung von der Betriebsplanpflicht nach § 51 Absatz 3 BBergG ausreichend Flexibilität, um den einzelnen Anforderungen der Projekte Rechnung zu tragen. Investoren sollen ausdrücklich auf diese Möglichkeit, die die Bergbehörden im Rahmen ihrer Rechtsprüfung bereits beachten müssen, hingewiesen werden.

##### 2. Zugang zu Geodaten verbessern:

Der Zugang zu geologischen Bohrdaten sollte durch eine gesetzliche Änderung verbessert werden. Es sollte geprüft werden, welches Rechtsgebiet sich zur Regelung anbietet. Vorzugswürdig erscheint dabei eine Regelung, die die Offenlegung der Daten nach einer bestimmten Frist, z. B. fünf Jahren, ggf. auch nach Zahlung einer angemessenen Entschädigung, vorsieht.





