

Entwicklung des internationalen Geothermiemarktes

Die großtechnische Nutzung der Erdwärme befindet sich erst am Anfang ihrer Entwicklung. So dürfte sich der Beitrag der geothermischen Energieerzeugung von ca. 20 PJ (5,5 TWh) im Jahr 2010 auf 395 PJ in 2050 verzwanzigfachen.

Der relative Anteil der Geothermie an den erneuerbaren Energien steigt von 2,2 % in 2010 auf 13 % in 2050 [1]. Bereits das theoretische Potenzial ist enorm:

99 % unserer Erde ist heißer als 1.000 °C und 99,9 % sind wärmer als 100 °C.

Die geologische und ingenieurtechnische Herausforderung besteht darin, diese Energien wirtschaftlich und sicher zu erschließen. Die Realisierung hängt auch von den Erfahrungen und Lerneffekten aus den bisher und zukünftig umgesetzten Projekten ab. Dabei spielen sowohl die Zuverlässigkeit der bestehenden Systeme als auch die weitere Kostenreduzierung – insbesondere der Bohrkosten – eine besondere Rolle.

Die aktuellen Entwicklungen der Geothermie versprechen eine nachhaltige und CO₂-freie Energiegewinnung aus einem riesigen und unerschöpflichen Potenzial. Geothermie ist grundlastfähig und kann daher im Gesamtmix der erneuerbaren Energien sowohl bei der Stromerzeugung als auch im Wärmemarkt tageszeitliche oder saisonale Schwankungen ausgleichen. Die weltweiten – mit heutiger Technik theoretisch erschließbaren –

petrothermalen Reserven werden auf das 30-Fache sämtlicher fossiler Reserven geschätzt.

Anlagen zur Nutzung geothermischer Energie finden sich weltweit insbesondere in vulkanisch und tektonisch aktiven Gebieten entlang von Plattengrenzen der Erdkruste. Regionen sowohl mit besonders hohen Potenzialen als auch mit bereits intensiver energetischer Nutzung der Erdwärme befinden sich am so-

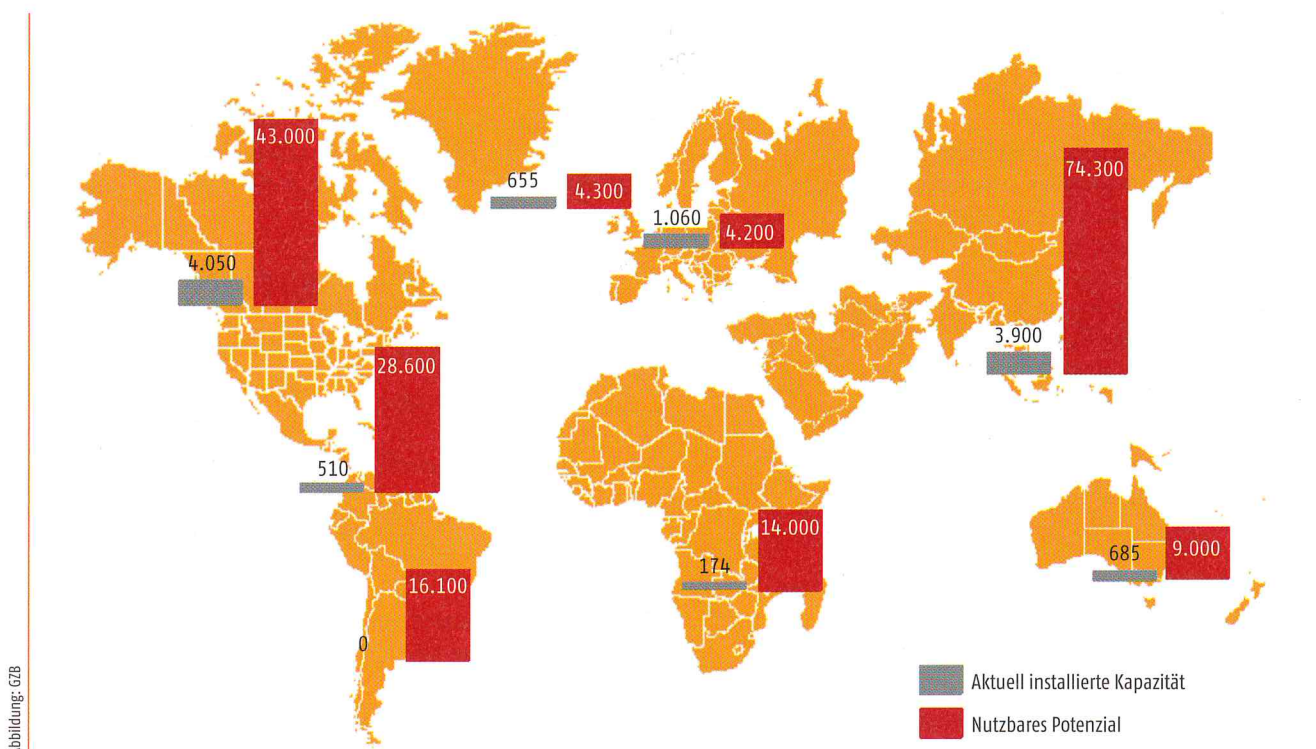


Abb. 1 – Weltweit installierte und mögliche geothermische Kapazitäten

genannten „Ring of fire“ an den Rändern des Pazifiks (Abb. 1).

Geothermische Vorkommen größerer Bedeutung gibt es unter anderem im Westen der USA, auf den Philippinen, in Mexiko, Italien, Island, Indonesien, Japan, Neuseeland, der Türkei, Zentralamerika und in der Andenregion Südamerikas. Mehrere dieser Länder nutzen die geothermische Energie in großen Kraftwerken. Auf den Philippinen, in Kenia und teilweise in Zentralamerika wird die geothermische Energie bereits zur wichtigsten Energiequelle für die Stromerzeugung ausgebaut.

Aber die geothermischen Ressourcen bestehen nicht nur aus sogenannten Hoch-Enthalpiegebieten, in denen die Erdwärme zur Stromerzeugung relativ einfach aus natürlichen Heißdampflagerstätten (hydrothermale Systeme) genutzt werden kann. Auch in den Niederenthalpie-Regionen, die mehr als 95 % der Erdoberfläche ausmachen, können die geothermischen Ressourcen nicht nur für die Wärme- und Kälteversorgung sondern auch für die Stromerzeugung genutzt werden. Dies geschieht mit anderen, z. T. noch zu entwickelnden Methoden zur Erschließung geringpermeabler Speichergesteine (petrothermale Systeme), wie z. B. HFR (Hot Fractured Rock) und Enhanced Geothermal Systemen (EGS). Dies sind Verfahren zur Nutzung der im Erdkörper enthaltenen Erdwärme aus einer Tiefe zwischen 3.000 und 5.000 m (Abb. 2).

Internationale Marktentwicklung bei der Stromerzeugung

Neben den beiden klassischen europäischen Geothermieländern Island und Italien mit ihren jahrzehntelangen Erfahrungen wird insbesondere die Türkei in den nächsten Jahren ihre geothermischen Potenziale nutzen. Wie in Abbildung 3 dargestellt, werden dort in den nächsten Jahren mehrere Anlagen zur Stromerzeugung fertiggestellt werden. Aber auch andere Länder wie u. a. Deutschland, Frankreich, Ungarn, Spanien und Portugal planen ca. 200 MW elektrische Leistung zusätzlich ans Netz zu bringen (Abb. 4).

Innerhalb von zehn Jahren ist die Weltstromproduktion durch Geothermie um ca. 30 % auf 65 GWh angestiegen. Zahlen des BMU und des DLR (VDI-Tagung 2012) lassen einen weiteren steilen Anstieg auf 20.000 GWh, also 20 TWh, bis 2050 erwarten.

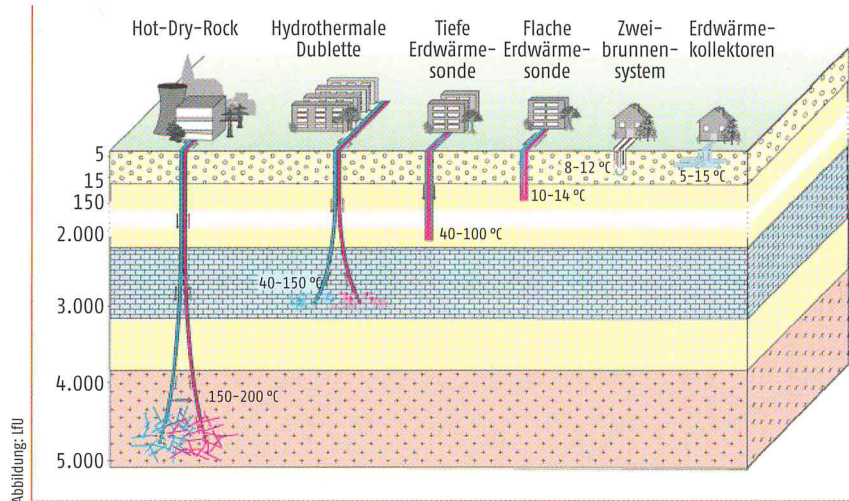


Abb. 2 – Tiefe und flache Geothermieanwendungen

Lerneffekten aus Geothermieprojekten « kommt eine Schlüsselrolle zu.

Bertani (EGEC Report 2011, [2]) erwartet in 2050 sogar eine Stromerzeugung von 1.167 TWh. Die aktuelle Leistung wird weltweit auf über 100 GW ansteigen und damit ca. 8 % der erneuerbaren Energie produzieren.

Aufgrund des hiesigen Mangels an Hochenthalpie-Lagerstätten geht die Entwicklung in Deutschland in Richtung Niederenthalpie-Technologie. Hier aber verfügt Deutschland, besonders im anlagen- und verfahrenstechnischen Bereich, über zukunftsfähiges Know-how, womit auch die besonderen Schwierigkeiten bei der Exploration und Untertageinstallation gemeistert werden können.

Wärmemarkt und Fernwärme

Aber auch der geothermische Wärmemarkt zeigt eine sehr positive Entwicklung. Bis zum Jahr 2020 soll in Europa (EU-25) ein Anteil der erneuerbaren Energien von 20 % am Primärenergieverbrauch und ein Anteil von 21 % an der Strombereitstellung erzielt werden. Laut Weißbuch der europäischen Kommission soll die geothermische Stromkapazität auf 2 GW_{el} in 2020 ansteigen. Auf der Basis von ca. 850 MW_{el} installierter Leistung in 2007 kann dieses ehrgeizige Ziel erreicht werden. Für den Wärmebereich lauten die Ziele 25 GW_{th} in 2020: 212 DHS mit einer Gesamtkapazität von 4.700 MW_{th}; davon 500 MW_{th} aus CHP (Boissavy für EGEC 2011, [2])

Tabelle 1 – Rangfolge der fünf wichtigsten Länder im Bereich geothermische Wärmebereitstellung (Lund et al., 2005)

Rang	Installierte Leistung	Energiebereitstellung	Verhältnis Leistung/Fläche	Verhältnis Leistung/EW	Verhältnis Energie/Fläche	Verhältnis Energie/EW
1	USA	China	Dänemark	Island	Island	Island
2	Schweden	Schweden	Island	Schweden	Israel	Schweden
3	China	USA	Schweiz	Dänemark	Schweiz	Neuseeland
4	Island	Island	Schweden	Norwegen	Dänemark	Georgien
5	Türkei	Türkei	Ungarn	Schweiz	Georgien	Dänemark

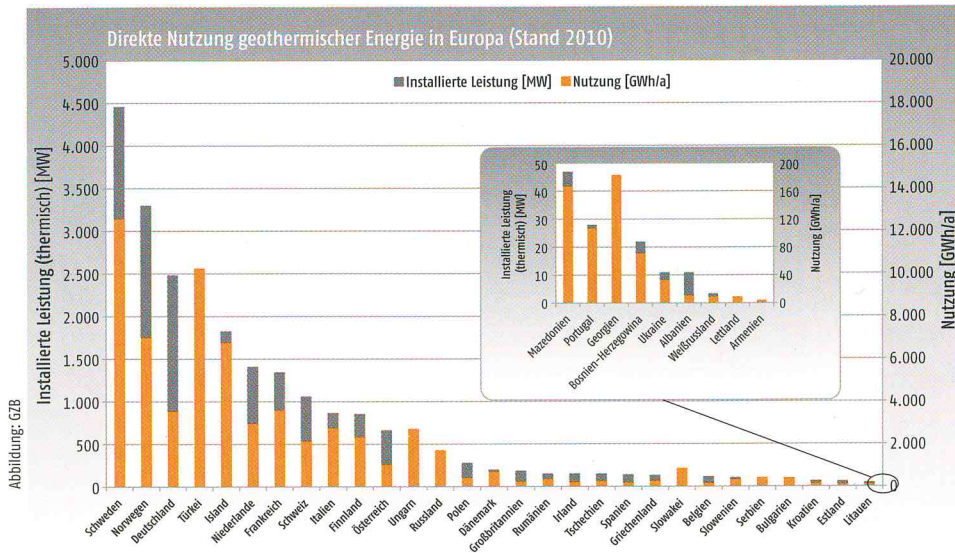


Abb. 3 – Aktuelle Situation und Entwicklung der geothermischen Leistung in Europa

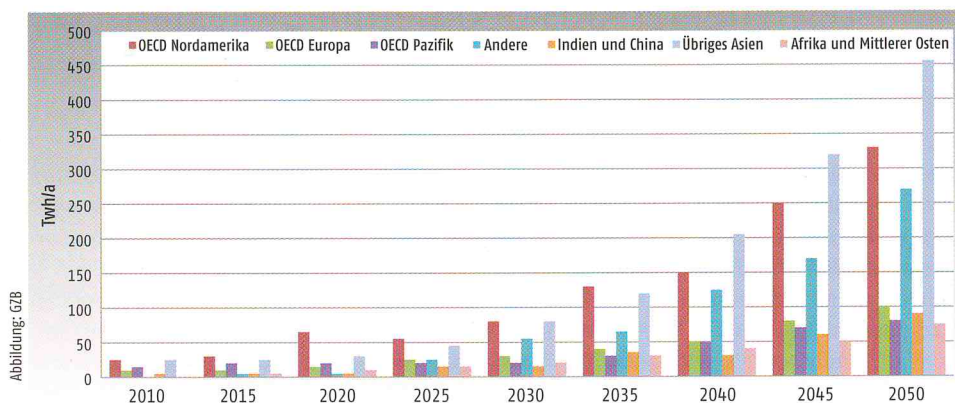


Abb. 4 – Entwicklung der geothermischen Stromerzeugungskapazitäten weltweit

China war 2010 mit 8.898 MW_{th} installierter geothermischer Leistung mit Abstand der größte Wärmemarkt. Zum Vergleich: Der deutsche geothermische Wärmemarkt hat mit 2.485 MW_{th} in rund 265.000 Projekten ein Viertel des chinesischen Volumens (IGA 2010). In China erzwingt neben dem starken Bevölkerungswachstum und einem damit verbundenen steigenden Energiebedarf auch die hohe Umweltbelastung durch die Kohlenutzung die Erschließung alternativer Energiequellen. Das offizielle Ziel lautet 16 % erneuerbare Energien an der Primärenergieversorgung bis 2020. Laut der National Development and Reform Commission (NDRC) könnten die geothermischen Kapazitäten von 45 auf 250 MW_{el} in 2020 ausgebaut werden. Chancen zur Nutzung der Geothermie bestehen aber vor allem im Bereich der oberflächennahen Geothermie gemeinsam mit Wärmepumpen. Dies bezieht sich vor allem auf den Baubereich in Nordchina. Erst seit den olympischen Spielen in 2008 in Peking hat die Nutzung von oberflächennaher Geothermie in China eingesetzt. Auch wenn das geologische Potenzial der Geothermie in China relativ gering ist, hat China aufgrund des riesigen Marktes bereits in 2009 mit über 5.000 MW_{th} eine führende Position im Weltwärmemarkt übernommen (Tab. 1). Der in 2013 verabschiedete Fünfjahresplan der chinesischen Regierung sieht einen weiteren deutlichen Ausbau der Geothermie für Heiz- und Kühlzwecke vor.

Die ersten Fern- oder Nahwärmesysteme mit Nutzung der Geothermie wurden in Regionen mit einfachen hydrothermalen Sys-

temen gebaut. Diese funktionieren seit mehreren Jahrzehnten z. B. in Island, im Pariser Becken und im pannonischen Becken (vor allem Ungarn, Serbien, Rumänien, Slowakei) und in Dänemark. Wie in Tabelle 2 erkennbar, wird in den nächsten Jahren europaweit mit einem intensiven Ausbau der Geothermie gerechnet. Ein besonders intensiver Ausbau ist nach Einschätzung des internationalen Koordinationsbüros der deutschen Geothermie [3] in und um Paris, rund um München und in Ungarn zu erwarten. Prinzipiell ist die Nutzung von Geothermie für Fernwärme in allen Ländern möglich.

Internationale Wettbewerbsposition der deutschen Industrie

Insgesamt betrachtet, decken die deutschen Unternehmen sowohl in der oberflächennahen als auch in der tiefen Geothermie alle Bereiche der Wertschöpfungskette ab. Insbesondere die kleinen und mittelständischen Unternehmen, wenn auch schon länger in der Geothermiebranche tätig, sind bisher jedoch vornehmlich auf den deutschen Markt ausgerichtet. Die Großindustrie steigt teilweise erst jetzt in die Geothermiebranche ein, nachdem sie mit anderen erneuerbaren Energien Erfahrungen gesammelt haben. Für den deutschen Markt wird mit einem zukünftigen Investitionsvolumen von 4,5 bis 5 Mrd. Euro gerechnet, vorausgesetzt, dass insbesondere die geothermischen Stromerzeugungskapazitäten auf 400 bis 500 MW_{el} ausgebaut werden [4]. Im Herbst 2013 sind lt. GtV Bundesverband Geothermie in Deutschland etwa 265.000 oberflächennahe Pro-

jekte zur Wärmeversorgung in Betrieb. Durch neue Entwicklungen im Bereich der größeren Wärmepumpen gibt es in einigen europäischen Ländern Projekte mit Kleinwärmenetzen für ca. 1.500 Gebäudeeinheiten. Das Besondere ist hier, dass mit Vorlauftemperaturen zwischen 15 bis 40 °C gearbeitet wird und diese Projekte auch für die flache Geothermie interessant werden können.

Erfreulich ist auch die Entwicklung im Bereich der tiefen Geothermie in Deutschland. Im September 2013 sind 23 Projekte in Betrieb, fünf davon mit Verstromung. Dazu kommen 15 tiefe Projekte im Bau (davon elf mit Verstromung) und mehr als 40 tiefe Geothermieprojekte, die sich in der Planungsphase befinden. Dieser breite und vielseitige Heimatmarkt ermöglicht mehr und mehr deutschen Unternehmen, auch im Ausland ihre Geothermieerfahrungen zu vermarkten. Hier stehen zunächst die europäischen Nachbarländer Deutschlands und nicht die weit entfernten Hochenthalpie-Lagerstätten rund um den „Ring of fire“ um den Pazifik eine wichtige Rolle. Deutsche Geothermieunternehmen, die sich für benachbarte oder weiter entfernte Geothermieteilnehmer interessieren, finden Unterstützung z. B. bei der Exportinitiative Erneuerbare Energien (www.exportinitiative.bmwi.de/EEE) des BMWi oder bei dem internationalen Koordinationsbüro des GtV am GZB in Bochum (www.geothermiezentrum.de/gtv-international.html)

Interessante internationale Zielmärkte stellen mittelfristig gesehen Indonesien, die Philippinen, die Türkei, Ostafrika, Mittel- und Südamerika, die Karibik, Australien, Neuseeland, Indien

Tabelle 2 – Entwicklung geothermischer Fernwärmesysteme in ausgewählten Ländern

Anzahl geothermischer Fernwärmesysteme	2012	2015
Deutschland	24	77
Frankreich	42	69
Türkei	20	21
Ungarn	17	34
Dänemark	2	15

und China dar. Auch in den USA dürfte sich die momentan installierte Leistung mittelfristig auf 6.000 MW_{el} verdoppeln. Langfristig kann nach Einschätzung des GtV-Bundesverbandes Geothermie mit dem deutschen Know-how in der geothermischen Anlagen- und Verfahrenstechnik sowohl bei der Bohrung als auch bei Stromerzeugung und Wärmeverteilung eine führende Position auf dem Weltmarkt erzielt werden. Dies setzt allerdings

Die Erwartungen für oberflächennahe und tiefe Geothermie sind positiv. ‹‹

voraus, dass die heimische Marktentwicklung weiter beschleunigt und die Konkurrenz vor allem aus den USA, Island, Australien und Japan nicht aus den Augen verloren wird. ➔

THERMOCEM®

FÜR MEHR WÄRME AUS DER TIEFE.

Der Trockenmörtel mit herausragender Wärmeleitfähigkeit wurde speziell für die Einbettung von Erdwärmesonden entwickelt.

Seine enorme Wärmeleitfähigkeit ist doppelt so hoch wie bei herkömmlichen Verfüllbaustoffen.

www.heidelbergcement.de/thermocem



www.heidelbergcement.de

HEIDELBERGCEMENT

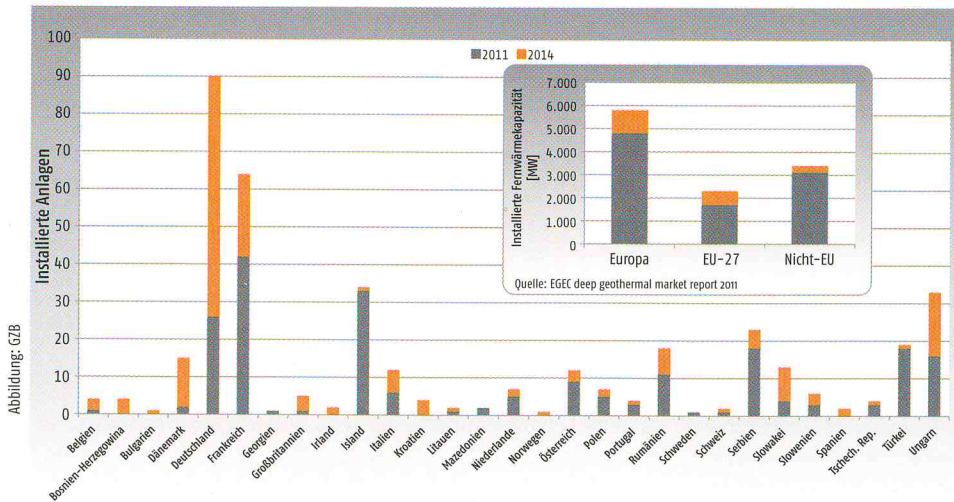


Abb. 5 – Geothermische Fernheiz-Systeme in Europa

Eine führende Marktposition im internationalen Wettbewerb ist derzeit nur bei den Anbietern von Wärmepumpen und Erdwärmesonden gegeben. Am Markt für Hochenthalpietechnologie ist Deutschland bisher kaum beteiligt. Trotz vorhandener Erfahrungen wird hier der Markt von Unternehmen aus Japan, den USA und Island beherrscht. Aufgrund der geologischen Situation in Deutschland hat sich hierzulande jedoch ein einzigartiges Know-how in der Niederenthalpie-Technologie herausgebildet.

Projekthindernisse und Herausforderungen

Bedingt durch die hohen Investitionskosten bei der tiefen Geothermie, die technischen Risiken beim Bohrvorgang selbst und einem generellen Fündigkeitsrisiko von einigen Millionen Euro pro Fehlbohrung ist es zu diesem Zeitpunkt, sowohl für Kommunen als auch für die kommunalen Stadtwerke als potenzielle Betreiber, mit noch großen Schwierigkeiten verbunden, die Projektfinanzierung sicherzustellen. Einige Industrieversicherungsmakler bieten ganzheitliche Versicherungslösungen an, während beim BMU die Überlegungen in Richtung eines Projektfonds gehen, der solche Risiken abdecken soll.

Es existieren positive Erwartungen an die zukünftige Entwicklung der Geothermie sowohl bei der Stromerzeugung als auch im Wärme- und Kältemarkt. Die in 2011 von der IEA (International Energy Agency der OECD) veröffentlichte Roadmap [5] geht von starkem Wachstum sowohl in den klassischen OECD-Länder als auch in China und Indien aus (Abb.4).

Als besondere Herausforderungen im Bereich der tiefen Geothermie für die Wissenschaft und die Industrie sehen die International Geothermal Association (IGA), die Internationale Energieagentur und andere Organisationen in erster Linie die Entwicklung und den Ausbau der EGS-Technologie. Nur damit ist der tiefen Geothermie zu einem spürbaren Marktanteil an den erneuerbaren Energieträgern zu verhelfen. Dafür sind in den kommenden 20 Jahren fünf Meilensteine zu erreichen:

- Die Entwicklung von EGS-Kraftwerken bzw. Anlagen in unterschiedlichen geologischen und tektonischen Situationen, wie Kristallin-/Sedimentgesteine oder Becken- bzw. Orogenstrukturen innerhalb der nächsten zehn Jahre. Dazu gehört auch deren Weiterentwicklung aus und Überschneidung mit hydrothermalen Systemen.
- Die Entwicklung von hydraulischen, thermischen und chemischen Stimulationstechnologien, die insbesondere auf geothermische Fragestellungen abgestellt sind.

- Aus Gründen des Umweltschutzes und der gesellschaftlichen Akzeptanz muss der Fokus auf umwelt- und sozialverträglichen Stimulationsverfahren liegen. Dazu müssen zunächst die Projektmanagementstrukturen im Hinblick auf den Gesundheitsschutz, die Sicherheit und den Umweltschutz definiert und standardisiert werden. Das gilt z. B. auch für Aspekte der induzierten Seismizität.
- Das Erreichen einer Langzeitverfügbarkeit der Ressource mit den zugehörigen Betriebsführungs- und Monitoringprozessen für das Reservoir.
- Ab 2025 sollte die Lernkurve zum Ausbau der Kraftwerkskapazitäten bis 50 MW_{el} und anschließend zu einer Größenordnung von 200 MW_{el} führen. Hierfür müssen kaskadierte, modulartige Systeme entwickelt werden.

Literatur

[1] Nitsch, J.: Langfristszenarien und Strategien für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland bei Berücksichtigung der Entwicklung in Europa und global, DLR für BMU, März 2012
 [2] EGEc Deep Geothermal Market Report 2011, Brussels 2011
 [3] Büscher, E.: Geothermal District Heating in Europe – Background and Development, GRC 37th annual meeting, Las Vegas, Sept. 2013
 [4] Büscher, E.: Exportpotenziale der Geothermie, GTE Geothermische Energie 74, Sept. 2012
 [5] Technology Roadmap – Geothermal heat and power, IEA, Paris, 2011

Autoren

Prof. Dr. Rolf Bracke
 Vorstand des GZB
 GZB International Geothermal Center
 Lennerhofstr. 140
 44801 Bochum
 Tel.: 0234 32-10233
 rolf.bracke@hs-bochum.de
 www.geothermie-zentrum.de

Dr. Eckehard Büscher
 Direktor des internationalen Koordinationsbüros IGO
 GtV-BV Geothermie e. V. c/o GZB International Geothermal Center
 Lennerhofstr. 140
 44801 Bochum
 Tel.: 0234 321-10221
 eckehard.buescher@geothermie.de
 www.geothermie.de

