

NEUER FORSCHUNGSSCHWERPUNKT ZU ERNEUERBAREN ENERGIEN

Vergabe von 30 Millionen Euro im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms der Bundesregierung

- Z II 6 (D) - Im Mai 2001 wurden durch den Haushaltsausschuss des Bundestags insgesamt ca. 30 Millionen Euro zur Erforschung und Entwicklung umweltschonender Energieforschung für den Haushalt des Bundesumweltministeriums freigegeben. Im Rahmen des Zukunftsinvestitionsprogramms der Bundesregierung sollen damit bis Ende des Jahres 2003 Forschungs- und Entwicklungsvorhaben in den folgenden Bereichen durchgeführt werden:

- Geothermische Stromerzeugung
- Hochtemperatur solarthermische Stromerzeugung
- Ökologische Begleitforschung zur Windenergienutzung im Offshore-Bereich
- Ökologische Begleitforschung zur Anwendung stationärer Brennstoffzellen
- Ökologische Begleitforschung zur Biomasse-nutzung

Es wurden rund 50 Projektvorschläge in Höhe von insgesamt über 130 Millionen DM eingereicht. Unter Beteiligung der entsprechenden Referate des Bundesumweltministeriums sowie des Umweltbundesamts, des Bundesamts für Naturschutz und der Projektträger (Kreditanstalt für Wiederaufbau – KfW für den Bereich solarthermische Stromerzeugung, Projektträger Jülich – PTJ für die übrigen Vorhaben) wurden rund 20 Projekte ausgewählt und mit den Forschungsnehmern verhandelt.

Dabei musste das beantragte Fördervolumen deutlich reduziert und der Aufgabenbereich entsprechend angepasst werden. Die Forschungsvorhaben befinden sich derzeit im Vergabeprozess. Im Folgenden werden sie zusammen mit den Forschungsnehmern im Überblick vorgestellt.

GEOTHERMISCHE STROMERZEUGUNG

Die im Erdinneren gespeicherte Energie ist nach menschlichen Maßstäben unerschöpflich. Auf Grund des weder von Tages- noch von Jahreszeiten abhängenden Energiedargebots kann daraus Grundlaststrom produziert werden, der rund ein Viertel des derzeitigen deutschen Strombedarfs weitgehend emissionsfrei substituieren kann. Aus geothermischer Energie lässt sich neben Strom auch Nutzwärme und in besonders effizienten Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK) auch beides gleichzeitig gewinnen.

Zur Erschließung dieses Potenzials müssen geeignete Technologien entwickelt werden. Im Rahmen dieses Programms wird die Stromerzeugung – allein oder in KWK-Anlagen – gefördert. Derzeit werden dafür je nach regionalen Randbedingungen drei Technologierichtungen verfolgt:

- Beim sog. Hot-Dry-Rock-Verfahren (HDR) werden untertägige Wärmetauscherflächen innerhalb trockener und heißer Gesteinsschichten geschaffen (s. Abb.1). Dies erfolgt durch massive Stimulationen mit Hilfe von Bohrungen in einer Tiefe ab ca. 4.000 Meter. Das im künstlichen Kluftsystem zirkulierende Wasser wird aufgeheizt und obertägig in einem konventionellen Kraftwerksblock bzw. in einer ORC-Anlage verstromt. Das HDR-Verfahren ist in fast allen Regionen einsetzbar, typisch für diese Technologie ist das kristalline Gestein Süddeutschlands und das vulkanische Gestein im Norddeutschen Tiefland.

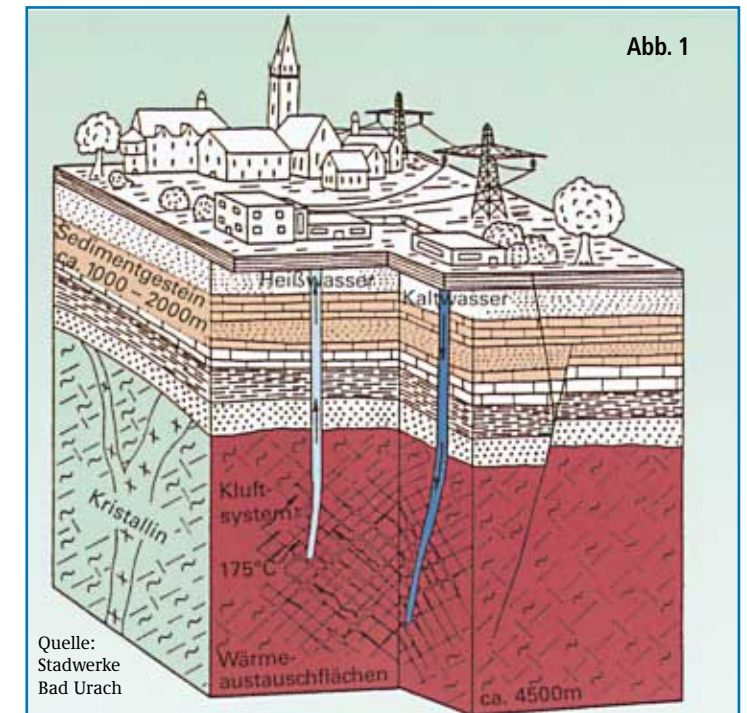


Abb. 1

GEFÖRDERTE PROJEKTE IM BEREICH DER GEOTHERMISCHEN STROMERZEUGUNG

- | | |
|------------------|--|
| 1 | Weiterentwicklung des HDR Verfahrens im kristallinen Gestein Süddeutschlands am Standort Bad Urach (Baden-Württemberg) |
| Forschungsnehmer | Stadt Bad Urach |
| Ziel | Aussage zu Möglichkeiten der geothermischen Stromerzeugung in Süddeutschland; Vorbereitung zum Bau eines Kraftwerks |
| 2 | Weiterentwicklung des HDR Verfahrens im Vulkangestein der Norddeutschen Tiefebene am Standort Groß Schönebeck (Brandenburg) |
| Forschungsnehmer | Geoforschungszentrum Potsdam (GFZ, Potsdam) |
| Ziel | Aussage zu Möglichkeiten der geothermischen Stromerzeugung in der Norddeutschen Tiefebene; Vorbereitung zum Bau eines Kraftwerks |
| 3 | Geothermische Stromerzeugung im Muschelkalk des Oberrheingrabens am Standort Offenbach (Rheinland-Pfalz) |
| Forschungsnehmer | Hot Rock EWK Offenbach/Pfalz GmbH (Karlsruhe) |
| Ziel | exemplarischer Nachweis einer wirtschaftlich günstigen geothermischen Stromerzeugung im Oberrheingraben aus Thermalwasser (Aquifer) |
| 4 | Geothermische Stromerzeugung im bayerischen Molassebecken mit dem Kalina-Cycle-System am Standort Unterhaching (Bayern) |
| Forschungsnehmer | Gemeinde Unterhaching |
| Ziel | Demonstration einer Möglichkeit zur Verstromung niedrig thermaler Tiefenwässer aus dem Malmkarst; Rückgewinnung der überschüssigen hydraulischen Energie |
| 5 | Geschlossener geothermischer Wärmetauscher |
| Forschungsnehmer | Technische Universität Berlin |
| Ziel | Aufzeigen von Möglichkeiten zur energetischen Nutzung bestehender Tiefbohrungen |
| 6 | Vernetzung und Bewertung der Aktivitäten im Bereich geothermische Stromerzeugung |
| Forschungsnehmer | Institut für Energetik und Umwelt (IE, Leipzig) |
| Ziel | Unterstützung des wissenschaftlichen Austausches u.a. durch Veranstaltung von Konferenzen und Erstellen von Informationen; Analyse laufender Forschungsaktivitäten im Hinblick auf zukünftige Arbeiten |

- **Heißes Wasser aus Aquiferen** kann auch direkt gefördert und zur Strom- und Wärmegegewinnung genutzt werden. Für diese Anwendung sind jedoch besondere Standortbedingungen Voraussetzung, die in Deutschland nur vergleichsweise selten erfüllt werden, dazu gehören z.B. Regionen im Oberrheintalgraben oder im Alpenvorland. Das obertägig energetisch genutzte Wasser wird mittels einer zweiten Tiefbohrung wieder in das Erdreich zurückgeführt.
- Das dritte Verfahren ermöglicht die **Nutzung bestehender Tiefbohrungen**, die z.B. für Erkundungen potenzieller Endlagerstandorte oder zur

Erdgassuche geschaffen wurden. Hier besteht die Möglichkeit, Erdwärme durch die Verdampfung niedrig siedender Flüssigkeiten zur Stromgewinnung zu nutzen.

HOCHTEMPERATUR SOLARTHERMISCHE STROMERZEUGUNG

In solarthermischen Kraftwerken werden konzentrierende Spiegelsysteme zum Erzeugen von Hochtemperaturwärme für die Stromproduktion eingesetzt. Auch die Auskopplung von Prozess- und Nutzwärme bzw. die Bereitstellung von Nutzkälte ist möglich. Der Einsatz von Speichertechnologien ermöglicht auch einen Nacht- und

VORHABEN IM BEREICH DER SOLARTHERMISCHEN STROMERZEUGUNG

| | | |
|---|---|--|
| 1 | Parabolrinnentechnologie Forschungsnehmer | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln/Stuttgart), Flabeg (Köln); Schlaich Bergermann und Partner (Stuttgart); Schott (Mitterteich); Solar Millennium AG (Erlangen) |
| | Ziele | a) Weiterentwicklung des Prototyps des europäischen Kraftwerkskonzepts (EuroTrough) als wichtiger Schritt zur Serienreife; Montage und Test einer Spiegeleinheit in Kalifornien zur kommerziellen Stromproduktion b) Weiterentwicklung des Absorberrohrs; Entwicklung bis zur Marktreife c) Weiterentwicklung der Speichertechnologie d) Entwicklung einer mobilen Messtechnik zur Optimierung von Solarfeldern; Erarbeiten von Richtlinien zur Qualitätssicherung von Parabolrinnenkraftwerken |
| 2 | Fresnel Rinnenkollektoren Forschungsnehmer Ziel | Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (FhG ISE, Freiburg); E.ON (München) Simulationsrechnungen; Optimierung und Machbarkeitsstudie für ein auf Flachspiegeln aufgebautes Rinnenkollektorkonzept |
| 3 | Solarturm Technologie Forschungsnehmer | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln/Stuttgart); Kraftanlagen München GmbH (München); G+H Isolite GmbH (Ludwigshafen) |
| | Ziel | Erhöhung des Wirkungsgrades und Reduzierung der Kosten bei der Solarturm Technologie zur mittelfristigen Realisierung eines Demonstrationskraftwerks |
| 4 | EnviroDish Forschungsnehmer | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln, Almeria in Spanien); Klein + Stekl (Stuttgart); Mero (Würzburg), Schlaich Bergermann und Partner (Stuttgart); Solo (Sindelfingen) |
| | Ziel | Vorbereiten einer Kleinserienfertigung der Dish-Stirling Technologie; Aufbau von Referenzanlagen |
| 5 | Solar Dish System mit thermochemischem Speicher Forschungsnehmer Ziel | BSR Solar Technologies GmbH (Lörrach) Entwicklung eines Nullserien Prototyps für ein Solar Dish System mit innovativem Niedertemperatur-Stirlingmotor und Speicher |
| 6 | Sokrates Forschungsnehmer Ziel | Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln/Stuttgart) Technikbewertung und Unterstützung der Markteinführung solarthermischer Kraftwerke unter Verwendung einer satellitengestützten geografischen Datenbank |



Parabolrinnen – Dampfkraftwerk

Grundlastbetrieb. Da lediglich der direkte Anteil der Sonneneinstrahlung gebündelt werden kann, kommen als Standorte hauptsächlich die trockenen und heißen Zonen der Erde südlich des 40. Breitengrades in Frage.

Besondere Bedeutung gewinnt diese Technologie für den globalen Klimaschutz im Hinblick auf die flexiblen Instrumente des Kyoto-Protokolls. Sowohl deutsche Firmen als auch deutsche Forschungsinstitute zählen global zur Spitze in diesem bislang noch wenig realisierten Bereich erneuerbarer Energien.

Drei Techniklinien zur solarthermischen Stromerzeugung sind von Bedeutung:

- **Parabolrinnenkraftwerke**, die das Sonnenlicht durch parabolisch gekrümmte Spiegel auf ein Absorberrohr fokussieren. Der aus der erzeugten Wärme produzierte Dampf kann in einem Kraftwerksblock verstromt werden. Parabolrinnenkraftwerke bieten derzeit die kostengünstigste Möglichkeit, solaren Strom zu erzeugen und damit die größte Chance einer kurzfristigen Realisierung in größerem Umfang.
- **Solarturmkraftwerke**, bei denen die Konzentration des Sonnenlichtes durch einzeln nachgeführte Planspiegel (Heliostate) erfolgt. Dabei befindet sich der Absorber an zentraler Stelle auf einem Turm. Die erzielten hohen Temperaturen bieten besonders gute Möglichkeiten zur Integration von Gasturbinen bzw. hocheffizienten GuD-Anlagen.
- **Solar Dish Systeme (Solarschüssel - Anlagen)**, die aus einzeln nachgeführten Paraboloidspiegeln mit integrierter Wärmekraftmaschine bestehen. Als

Wärmekraftmaschine dient ein Stirlingmotor (Heißluftmotor), der durch eine kontinuierliche Wärmezufuhr angetrieben wird. Die Integration eines Speichers oder einer fossilen Zusatzfeuerung ermöglicht einen 24-Stunden Betrieb. Damit eignen sich Solar Dish Systeme insbesondere für den Einsatz in dezentralen Stromnetzen, die nicht an ein überregionales Verbundnetz angeschlossen sind.

ÖKOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG ZUR WINDENERGIE NUTZUNG IM OFFSHORE-BEREICH

Zum Erreichen der von der Bundesregierung gesetzten Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien sollen bis zum Jahr 2010 Windkraftanlagen mit einer Gesamtleistung von ca. 3.000 MW auf dem Meer errichtet werden. Bis zum Zeitraum 2025 bis 2030 sollen rund 15 Prozent des derzeitigen Stromverbrauchs aus Windenergieanlagen im Offshore-Bereich erzeugt werden; dies entspricht einer installierten Leistung von 20.000 bis 25.000 MW. In der Startphase besteht ein besonderer Forschungsbedarf im Hinblick auf einen umwelt- und naturverträglichen Ausbau.

Die durchzuführenden Projekte beinhalten Untersuchungen zum Vogel- und Fledermauszug sowie zur Erfassung von Schallspektren und -intensitäten. Teilweise werden sie auf den im Rahmen des BMWi Teils des Forschungs- und Entwicklungs-ZIP-Programms errichteten Messplattformen durchgeführt. Die Untersuchungen beinhalten auch Empfehlungen für Grenzwerte, z.B. von Schallemissionen durch Offshore-Windenergieanlagen, die insbesondere auf Grundlage des noch zu ermittelnden Hörvermögens von Kleinwalen und Seehunden erarbeitet werden. Weiterhin werden Vorhaben zur Optimierung von Fundamenttypen für Windkraftanlagen im Hinblick auf mögliche Schiffskollisionen sowie der Führung von marinen Kabeltrassen unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher und juristischer Aspekte gefördert.

Parallel werden großflächige Bestandserhebungen zur Bestimmung von Populationsgrößen und Vertei-

VORHABEN ZUR ÖKOLOGISCHEN BEGLEITFORSCHUNG DER WINDENERGIENUTZUNG AUF SEE

- 1 Marine Warmblüter in der Nord- und Ostsee
 Forschungsnehmer LA für den Nationalpark SH Wattenmeer (Tönning), Federführung; Deutsches Meeresmuseum (Stralsund); Forschungs- und Technologiezentrum Westküste der Universität Kiel; Institut für Seefischerei der BFA Hamburg; Institut für Meereskunde der Universität Kiel; Ruhr-Universität (Bochum)
 Ziel Erfassung des Vorkommens, des Verhaltens und der Schallauswirkungen auf marine Rastvögel, Seetaucher und Meeressäuger
- 2 Naturschutzfachliche Betrachtung von Vogelschutzgebieten
 Forschungsnehmer Schreiber Umweltplanung (Bramsche)
 Ziel Vorarbeiten zur Ausweisung von Schutzgebieten und Wind-Offshore-Eignungsflächen in der AWZ
- 3 Plattformgestützte Felduntersuchungen zur Auswirkung der Offshore-Windenergienutzung auf die Meeresumwelt (BEOFINO)
 Forschungsnehmer Stiftung Alfred Wegener Institut für Polar- und Meeresforschung (AWI, Bremerhaven)
 Ziel Erfassung des Vogelzugs und der Lebensgemeinschaften am Meeresboden (Benthos) im Nahbereich der Piles; Ermitteln der Auswirkungen elektromagnetischer Felder auf Meereslebewesen; Erarbeiten von Verfahrensvorschlägen für die UVP
- 4 Bewertung von Fundamenten von Offshore-Windenergieanlagen im Hinblick auf Schiffskollisionen
 Forschungsnehmer TU Hamburg Harburg
 Ziel Modellrechnungen zu Schiffskollisionen mit Windkraftanlagen; Ableitung von Empfehlungen für Fundamenttypen
- 5 Belastung der Meeresumwelt durch Schallimmissionen von Offshore-Windenergieanlagen
 Forschungsnehmer Curt-Risch-Institut für Dynamik, Schall und Messtechnik (TU Hannover, Federführung); Deutsches Windenergie-Institut GmbH (DEWI, Wilhelmshaven); Institut für Technische und Angewandte Physik GmbH (ITAP, Oldenburg)
 Ziel Erfassung von Schallspektren und Intensitäten, Ausarbeitung von Empfehlungen für Grenzwerte von Schallemissionen zukünftiger Offshore-Windenergieanlagen
- 6 Umweltverträgliche Netzanbindung von Offshore-Windparks
 Antragsteller Schreiber Umweltplanung (Bramsche)
 Ziel Entwicklung von Kriterien für die Führung der marinen Kabeltrassen unter Berücksichtigung naturschutzfachlicher und juristischer Aspekte
- 7 Instrumentarium zur Umweltplanung bei der Genehmigung von Offshore-Windparks
 Forschungsnehmer TU Berlin
 Ziel Entwicklung und Anpassung von Instrumenten zur Umweltvorsorge und -planung bei der Genehmigung von Offshore-Windparks aus juristischer und fachlicher Sicht

lungen von Rastvögeln und marinen Säugetieren durchgeführt. Auf dieser Grundlage sollen zukünftig die von Antragstellern für Offshore-Windparks kleinflächig vorgenommenen Bestandszählungen an beantragten Windparkstandorten bewertet werden.

Im Hinblick auf die Problematik der Anwendung der UVP-Regelungen in der AWZ wird auch die Entwicklung von juristischen und fachlichen Instrumenten zur Umweltvorsorge und -planung bei der Genehmigung von Offshore-Windenergieanlagen gefördert.

Die Forschungs- und Entwicklungsarbeiten dienen insbesondere auch der Ausweisung von Eignungsgebieten für die Wind-Offshore Nutzung und spiegelbild-

lich zur Ausweisung von geschützten Gebieten in der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) durch den Bund.

ÖKOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG ZUR BRENNSTOFFZELLENNUTZUNG

Brennstoffzellen sind galvanische Elemente zur Energiewandlung. Sie erzeugen Strom und Wärme durch eine direkte Reaktion zwischen dem Brennstoff und dem Sauerstoff der Luft. Im Vergleich zu konventionellen Verbrennungsaggregaten weisen sie höhere elektrische Wirkungsgrade bei geringeren Emissionen auf. Zudem ermöglicht das günstige Teillastverhalten und die modulare Bauweise eine große Bandbreite von Einsatzbereichen, dazu zählen Laptopversorgungen über Fahrzeug-

VERBUNDVORHABEN FÜR DIE ÖKOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG ZUR NUTZUNG DER UNTERSCHIEDLICHEN BRENNSTOFFZELLENTechnologien

- Umweltauswirkungen, Rahmenbedingungen und Marktpotenziale dezentraler Brennstoffzellensysteme
- Forschungsnehmer Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR, Köln/Stuttgart), Federführung; Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (FhG ISE, Freiburg); Institut für Energie- und Umweltforschung (IFEU, Heidelberg); Ruhr-Universität (Bochum); Wuppertal Institut für Klima Umwelt und Energie (WI); Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW, Stuttgart)
- Ziel Analyse gesamter Brennstoffzellen-Prozessketten (Produktion, Betrieb und Entsorgung bzw. Wiederverwertung) unter Berücksichtigung der Erkenntnisse aus dem Betrieb bestehender Brennstoffzellenanlagen; Szenariorechnungen zu Entwicklungsmöglichkeiten der unterschiedlichen Brennstoffzellentechnologien in der deutschen Energiewirtschaft; Bewertungen zur Umweltverträglichkeit von Brennstoffzellensystemen

antriebe bis hin zu Kraftwerken im Megawattbereich. Durch vernetzte, dezentrale Kraft-Wärme-Kopplungs-Anwendungen im Gebäudesektor bietet sich darüber hinaus die Möglichkeit zum Betrieb sog. virtueller Kraftwerke.

Brennstoffzellen können mit unterschiedlichen Brennstoffen betrieben werden. Sie eignen sich besonders gut für einen fließenden Übergang von fossilen zu erneuerbaren Brennstoffen. Damit bilden sie einen wichtigen Baustein auf dem Weg zu einer nachhaltigen Energieversorgung.

ÖKOLOGISCHE BEGLEITFORSCHUNG ZUR NUTZUNG DER BIOMASSE

Die Ziele zum Ausbau erneuerbarer Energien und zur nachhaltigen Energieversorgung erfordern eine verstärkte energetische Nutzung der Biomasse. Biomasse umfasst ein breites Spektrum von Einsatzstoffen pflanz-

lichen und tierischen Ursprungs und eignet sich zur Gewinnung von Treibstoffen, Strom, Wärme sowie von Strom und Wärme aus KWK-Anlagen. Auf Grund seiner Speicherbarkeit ist insbesondere auch die Produktion von Energie im Grundlastbereich möglich. Die Vielfalt der biogenen Einsatzstoffe ermöglicht zudem innovative Umwandlungstechnologien wie Stirling-Motoren und Brennstoffzellen.

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) und der Biomasseverordnung (BiomasseV) wurde das Bundesumweltministerium damit beauftragt, die Entwicklung der energetischen Biomassenutzung zu beobachten und ggf. Fehlentwicklungen zu korrigieren. Dazu ist eine Bewertung von Energie- und Umweltbilanzen der verschiedenen Phyto- und Zoo- massenarten in Verbindung mit verschiedenen Umwandlungstechnologien erforderlich. Darüber hinaus sind Entwicklungsszenarien der energetischen Biomassenutzung unter verschiedenen Annahmen und Randbedingungen zu erstellen.

VERBUNDVORHABEN MIT FOLGENDEN SCHWERPUNKTEN

- Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse
- Forschungsnehmer Öko-Institut (Darmstadt, Freiburg, Berlin), Federführung; Fraunhofer Institut für Umwelt-, Sicherheits-, Energietechnik (UMSICHT, Oberhausen); Institut für Energetik und Umwelt GmbH (IE, Leipzig); Institut für Energie- und Umweltforschung GmbH (IFEU, Heidelberg); Institut für ZukunftsEnergieSysteme (izes, Saarbrücken); TU Braunschweig - Institut für Geoökologie/Abteilung Umweltsystemanalyse; TU München - Wissenschaftszentrum Weihenstephan für Ernährung; Landnutzung und Umwelt (WZW)
- Ziele Stoffstromanalyse für das Bedürfnisfeld „energetische Biomassenutzung“; Entwicklung eines Modells und Analyse künftig möglicher Entwicklungen durch Szenarien; Erarbeitung eines ökologisch verträglichen Konzepts zur energetischen Nutzung von Biomassepotenzialen in Deutschland