

Forschungsjahrbuch
Erneuerbare Energien 2007/2008

Impressum

Herausgeber:

Projektträger Jülich

Geschäftsbereich Erneuerbare Energien (EEN)

Forschungszentrum Jülich GmbH

52425 Jülich

Tel: 02461-61-4744

Fax: 02461-61-2840

E-mail: ptj-een@fz-juelich.de

www.ptj-juelich.de/ptj/erneuerbare-energien/

Redaktion:



Bereich Content und Dienstleistungen

Abteilung Energie und Umwelt

Simone Balogh, Ralph Graupner, Jutta Perl-Mai

76344 Eggenstein-Leopoldshafen

Für den Inhalt der Projektbeschreibungen ist der Projektdurchführende verantwortlich.

Satz:

KERSTIN CONRADI · Mediengestaltung Print- und Digitalmedien · Hennef

Herstellung:

Inpuncto, druck + medien GmbH, Bonn

Copyright 2008

Inhaltsverzeichnis

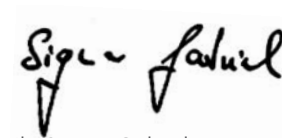
1. Grußwort	3
2. Einführung	5
3. Photovoltaik	15
3.1 Silizium Wafertechnologien	21
3.2 Silizium Dünnschichttechnologien	45
3.3 Verbindungshalbleiter	53
3.4 Systemtechnik, Netzanbindung	63
3.5 Alternativkonzepte	71
4. Windenergie	77
4.1 Weiterentwicklung der Anlagentechnik	81
4.2 Netzintegration der Windenergie und Optimierung der Energiesysteme	91
4.3 Offshore-Gründungen und Logistik	99
4.4 Forschung im Off-shore Testfeld	107
4.5 Forschungsplattformen	115
4.6 Ökologische Begleitforschung und technischer Umweltschutz	121
4.7 Studien und Tagungen	133
5. Solarthermische Kraftwerke	137
6. Geothermie	155
7. Niedertemperatur – Solarthermie	177
7.1 Forschung und Technologieentwicklung für Kollektoren und Speicher	179
7.2 Solare Heizungsunterstützung und Solare Nahwärme mit Langzeitwärmespeicherung	189
7.3 Solare Klimatisierung	205
7.4 Solare Prozesswärme	211
8. Querschnittsaktivitäten	215
8.1 Querschnitts- und übergreifende Untersuchungen im Rahmen der Gesamtstrategie zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien	215
8.2 Deutsch-Israelische Kooperationen in der Energieforschung	233
8.3 Wasserkraft, Meeresenergie und sonstige Querschnittsprojekte zu erneuerbaren Energien	237
9. Organisation / Ansprechpartner	241

Liebe Leserinnen und Leser,

die zentrale Herausforderung unserer Zeit lautet: das Klima schützen und die Energieversorgung sichern. Wir begegnen ihr, indem wir die Energieeffizienz erhöhen und erneuerbare Energien ausbauen. Damit ist Deutschland bereits sehr erfolgreich. Doch um den Übergang vom fossilen zum erneuerbaren Energiezeitalter dauerhaft zu meistern, brauchen wir jetzt und in Zukunft technische Innovationen. Das Bundesumweltministerium fördert daher seit Jahren Forschung und Entwicklung von erneuerbaren Energien in den Bereichen Windenergie, Photovoltaik, Solarthermie, Solarthermische Kraftwerke und Geothermie. In den letzten Jahren wurde das Budget für die Forschungsförderung kontinuierlich erhöht. Für 2008 liegt es bei über 100 Millionen Euro, Tendenz weiter steigend. Die Forschungsförderung trägt dazu bei, dass deutsche Forschungsinstitute und Unternehmen heute weltweit Technologieführer bei erneuerbaren Energien sind. Diese Position wollen wir erhalten und ausbauen.

Die vorliegende Publikation stellt den bunten Strauß aller laufenden vom Bundesumweltministerium geförderten Forschungsprojekte zu erneuerbaren Energien vor. Sie sorgt damit für die notwendige Transparenz und schafft neue Möglichkeiten für eine aufeinander abgestimmte und Synergien nutzende Energieforschung.

In diesem Sinne wünsche ich Ihnen eine informative Lektüre.



Ihr Sigmar Gabriel
Bundesminister für Umwelt,
Naturschutz und Reaktorsicherheit

Einführung

Der Markt für erneuerbare Energien in Deutschland boomt. Der Anteil erneuerbarer Energien am gesamten Endenergieverbrauch stieg – nach vorläufigen Zahlen – von 7,5 % im Jahr 2006 auf 8,5 % im Jahr 2007, am Stromverbrauch von 11,7 % auf rund 14,2 %. Die Rahmenbedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien sind heute günstiger denn je. Im August 2007 hat die Bundesregierung Eckpunkte für ein integriertes Klima und Energiepaket erarbeitet, das eine ganze Reihe von Gesetzen und Maßnahmen enthält. Dazu gehören auch nationale Ausbauziele für erneuerbare Energien. Beispielsweise soll der Anteil erneuerbarer Energien am Stromverbrauch bis 2020 auf mindestens 25 – 30 % steigen, danach soll ein weiterer kontinuierlicher Ausbau erfolgen.

Die Energieversorgung muss dabei weiter auf einem Mix von unterschiedlichen Energieträgern basieren. So sind die fluktuierend einspeisenden Energiequellen Wind- und Solarenergie mit der grundlastfähiger Wasserkraft, Geothermie und Speichertechnologien sinnvoll zu kombinieren. Die Integration dieser Energieträger in das Stromnetz und dessen Ertüchtigung sind weitere Aufgaben. Und auch auf dem Wärmemarkt kommt den erneuerbaren Energien vor dem Hintergrund steigender Öl- und Gaspreise eine immer stärkere Bedeutung zu.

Die ambitionierten Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien werden sich also nur erreichen lassen, wenn alle Technologien zu deren Nutzung konsequent weiterentwickelt werden. Dies gilt auch im Hinblick auf die durch das Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) vorgegebene Degression der Einspeisevergütung, die entsprechende Kostensenkungen erfordert.

Den Rahmen für die Forschungsförderung im Energiebereich bildet das 5. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung. Es ist seit 2006 in Kraft. Auf dieser Grundlage legt das Bundesumweltministerium (BMU) für die einzelnen Technologien in regelmäßigen Strategiegesprächen mit Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft seine Förderschwerpunkte fest. Diese finden ihren Niederschlag in Förderbekanntmachungen. Die aktuellen Förderbekanntmachungen wurden am 21. September 2006 im Bundesanzeiger Nr. 179 veröffentlicht.¹ Das BMU möchte mit seiner anwendungsorientierten Forschungsförderung

- den Ausbau erneuerbarer Energien weiter vorantreiben,

- die internationale Wettbewerbsfähigkeit deutscher Unternehmen und Forschungsinstitute festigen und ausbauen sowie
- Arbeitsplätze schaffen und sichern.

Die Forschungsförderung schafft die Voraussetzungen dafür, dass

- die Kosten für erneuerbare Energien kontinuierlich sinken,
- die Energiesysteme insgesamt optimiert werden und
- der Ausbau erneuerbarer Energien umwelt- und naturverträglich erfolgt.

Der Geschäftsbereich Erneuerbare Energien (EEN) des Projektträgers Jülich (PtJ) betreut für das BMU im Bereich der Forschungsförderung erneuerbare Energien die Schwerpunkte Photovoltaik, Windenergie, Geothermie und Solarthermie. Im Geschäftsjahr 2007 wurden 392 laufende Projekte begleitet. Neu bewilligt wurden insgesamt 102 Vorhaben.²

Ein Highlight der Aktivitäten des Jahres 2007 war die Evaluierung der Forschungsförderung zu erneuerbaren Energien unter Federführung der PROGNOSE AG. Dabei erhielt das deutsche System ein sehr gutes Zeugnis der internationalen Experten. Es hat wesentlich mit dazu beigetragen, dass deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen im internationalen Vergleich zur Spitze zählen. Insbesondere die Forschungsförderung zur Photovoltaik sei weltweit führend. Dem Projektträger Jülich, der wesentliche Teile der Forschungsförderung zu erneuerbaren Energien im Auftrag des BMU umsetzt, wurde eine hohe Zufriedenheit mit der administrativen Umsetzung des Programms attestiert.

Photovoltaik

Die Forschungsförderung im Bereich Photovoltaik (PV) soll dazu beitragen, die Kosten der photovoltaischen Stromerzeugung kontinuierlich zu senken. Zugleich ermöglicht sie deutschen Unternehmen und Forschungsinstituten, ihre internationale Spitzenstellung zu sichern und auszubauen.

Beim 10. Glotttaler Strategiegelgespräch im November 2007 hat das BMU gemeinsam mit Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft die aktuellen Schwerpunkte der PV-Forschung diskutiert. Dies sind:

- kristalline (waferbasierte) Siliziumtechnologie,
- Dünnschichttechnologien,

- Systemtechnik sowie
- übergreifende Fragen wie die Entwicklung von Prozessanlagen sowie Langzeitstabilität von Photovoltaik-Modulen und Recycling.

Allgemeine Richtschnur soll die "Strategic Research Agenda" der Europäischen PV-Technologieplattform unter Berücksichtigung der nationalen Besonderheiten sein.

Die PV-Forschungsförderung wurde 2007 auf hohem Niveau fortgesetzt. Das BMU bewilligte 49 neue Projekte (2006: 39). Das entspricht (einschließlich Aufstockungen für laufende Vorhaben) einem Fördervolumen von 41,7 Mio. Euro. In die laufenden Vorhaben flossen 2007 insgesamt 32,1 Mio. Euro. Grund für diese im Vergleich zu anderen Technologien relativ hohen Ausgaben für die PV-Forschung ist das nach wie vor hohe Innovationspotenzial dieser Technologie. Zudem erfordert die Degression der Einspeisevergütung für PV-Strom im EEG rasche Kostensenkungen. Dazu sind intensive Forschungsanstrengungen notwendig. Darüber hinaus kommen Ausgaben für Forschung und Entwicklung der Beschäftigung in Deutschland zugute. Die deutsche PV-Industrie konnte ihre Produktionskapazitäten in den letzten Jahren erheblich erweitern. Besonders sichtbar wurde dies durch das Entstehen und die Kapazitätserweiterungen zahlreicher Solarunternehmen im Osten Deutschlands.

Windenergie

Der Ausbau der Windenergie in Deutschland wird durch die konsequente Forschungsförderung unterstützt. Die übergreifenden Ziele sind:

1. Der Anteil der Windenergie an der Stromerzeugung soll kontinuierlich gesteigert werden.
2. Die Kosten der Windenergie sollen kontinuierlich gesenkt werden.
3. Die Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Windenergiebranche und damit die Zahl der Arbeitsplätze in Deutschland sollen gesichert und weiter gesteigert werden.
4. Der Ausbau der Windenergie soll umwelt- und naturverträglich erfolgen.

Die konkrete Ausrichtung der Forschungsförderung wurde von Experten aus Forschung und Wirtschaft zuletzt anlässlich eines BMU – Strategiegelgesprächs im Mai 2006 verabredet. Dort wurden folgende aktuelle Schwerpunkte definiert:

1. Beiträge zur Kostensenkung, Ertragssteigerung und Erhöhung der Verfügbarkeit von Windkraftanlagen, insbesondere auch für den Offshore-Einsatz.
2. Innovative Beiträge zur Integration großer Windstrommengen in das Stromnetz.

3. Offshore-Forschung, insbesondere im Offshore-Testfeld Alpha Ventus.
4. Ökologische Begleitforschung und ökologische Optimierung von Technologien zur Windenergienutzung.

Im Jahr 2007 konnte die Förderung der Windenergieforschung deutlich ausgebaut werden. In die laufenden Windenergie-Projekte flossen 2007 insgesamt 15,7 Mio. Euro. Mit der Bewilligung von 52 neuen Projekten (2006: 29) mit einem Förder-volumen von insgesamt 34,7 Mio. Euro wurde sogar ein neuer Rekord erreicht. Damit wird der strategischen Bedeutung der Windenergie für den Ausbau der erneuerbaren Energien sowie den technologischen und ökologischen Herausforderungen im Offshore-Bereich Rechnung getragen.

Geothermie

Ziel der Forschungsförderung im Bereich der tiefen Geothermie ist es, die in der Erdkruste gespeicherte Energie perspektivisch wirtschaftlich für die Strom- und Wärmeerzeugung nutzbar zu machen. Da sich die Nutzung der Geothermie in Deutschland noch im Anfangsstadium befindet, besteht ein hoher Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie an Demonstrationsprojekten.

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Geothermiekraftwerke sind aufgrund der EEG-Vergütung gut, nicht zuletzt aufgrund der vom Bundestag im Juni 2008 beschlossenen weiteren Verbesserungen. Geothermieprojekte erfordern allerdings hohe Anfangsinvestitionen. Zugleich birgt jede geothermische Bohrung Risiken, die bisher ein Haupthindernis für eine beschleunigte Erschließung der Ressourcen in Deutschland darstellten. Die letzte Richtlinie zum Marktanreizprogramm des BMU sieht daher neue Förderelemente zur Beherrschung der Risiken vor. Die Bohrkosten werden verstärkt gefördert und Darlehen werden zu einem gewissen Umfang von der Haftung freigestellt, um das Fündigkeitsrisiko abzusichern.

Auch die Forschungsförderung legt einen Schwerpunkt auf die Reduzierung der Risiken. Die Schwerpunkte der Geothermie-Forschungsförderung sind:

- Entwicklung von Methoden und Verfahren, die im Zuge der Exploration das Fündigkeitsrisiko für Bohrungen vermindern,
- 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, die speziell für die Erschließung geothermischer Reservoirs zum Einsatz kommen,
- Entwicklung und Verbesserung von Methoden und Verfahren, die das Lagerstättenmanagement optimieren und die Produktivität beeinflussen,
- 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 auch in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien) sowie
- Adressierung grundlegender technischer Fragen zur Einbindung der Geothermie in lokale Versorgungssysteme (Wärme/Strom), auch in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien, bei hohem Multiplikationspotenzial.

2007 wurden insgesamt 17 Projekte mit einem Fördervolumen von 8,1 Mio. Euro neu bewilligt. In die laufenden Projekte flossen zusammen 14,4 Mio. Euro.

Niedertemperatur-Solarthermie

Im Bereich Niedertemperatur-Solarthermie wird das übergeordnete Ziel verfolgt, den Beitrag der Solarthermie an der Energieversorgung massiv zu erhöhen. Die im April 2006 im Rahmen des Hohenheimer Strategiegelgespräches des BMU von führenden Solarthermie-Experten aus Wirtschaft und Wissenschaft entwickelte Roadmap sieht z.B. eine Verzehnfachung der installierten thermischen Leistung bis 2020 vor.³ Um diese übergeordnete Zielsetzung zu erreichen, bieten sich insbesondere folgende Anknüpfungspunkte an:

- Erstens müssen die Kosten kontinuierlich gesenkt werden. Das geschieht, indem langlebigere Anlagen mit höheren Wirkungsgraden entwickelt und neue kostengünstigere Materialien und Methoden in der Herstellung erprobt werden. Bis 2020 soll eine Halbierung der solaren Wärmekosten erreicht werden.
- Zum zweiten müssen neue Anwendungsgebiete erschlossen werden. Hierzu gehören die solare Klimatisierung, die solare Prozesswärme und die verstärkte Nutzung von Großanlagen in Verbindung mit Nahwärmenetzen.
- Und drittens gilt es, in allen Anwendungsbereichen den solaren Deckungsanteil zu steigern, etwa durch verbesserte Speichertechnologien.

Die Grundlagen für die Forschungsförderung sind im Förderkonzept "Solarthermie2000plus" sowie in der oben genannten Förderbekanntmachung vom September 2006 festgelegt. Förderschwerpunkte sind:

- Zukunftsfähige Kollektoren und Systeme für solares Heizen, solare Klimatisierung und solare Prozesswärme im Bereich bis 250°C
- Einsatz neuer Materialien und Fertigungsverfahren bei der Kollektorherstellung
- Entwicklung effizienter technologischer Konzepte und Systeme zur Tages- Wochen- und Langzeitwärmespeicherung
- Solares Heizen und Kühlen als integraler Ansatz in Verbindung mit der Bau- und Gebäudetechnik
- Kombination von Solarthermie und Energieeffizienztechnologien für solaraktive bzw. Solarplusgebäude
- Integrale Ansätze von Solarsystemen mit konventioneller Heizungstechnik
- Entwicklung neuer hocheffizienter Speichermaterialien
- Innovative Pilot- und Demonstrationsanlagen und begleitende wissenschaftliche Messprogramme für große Solaranlagen zu den Themen: solares Heizen, solare Klimatisierung, solare Prozesswärme und solare Nahwärme mit Langzeitwärmespeicherung.

Im August 2007 haben Vertreter aus Wissenschaft und Wirtschaft mit Unterstützung des BMU die Deutsche Solarthermie-Technologie- Plattform (DSTTP) gegründet. Diese soll maßgeblich dazu beitragen, die Potentiale der Technologie aus einer nationalen Perspektive herauszuarbeiten und in die europäische Diskussion einzubringen. Gleichzeitig sollen wichtige Grundlagen für die künftige Förderpolitik des BMU erarbeitet werden.

2007 wurden im Bereich der Niedertemperatur-Solarthermie 20 neue Projekte mit einem Fördervolumen von 7,5 Mio. Euro bewilligt. Damit wurde das Vorjahr deutlich übertroffen (13 neu bewilligte Projekte mit einem Fördervolumen von 5,1 Mio. Euro). In laufende Forschungsprojekte flossen 2007 insgesamt 5,7 Mio. Euro.

Solarthermische Kraftwerke⁶

Deutsche Unternehmen und Forschungsinstitute nehmen bei der Entwicklung und Vermarktung solarthermischer Kraftwerkstechnologien eine internationale Spitzenposition ein. Die Forschungsförderung des BMU trägt dazu bei, dass dieser Vorsprung trotz zunehmender ausländischer Konkurrenz erhalten und ausgebaut werden

kann. Mittelfristiges Ziel ist es, solarthermische Kraftwerke an geeigneten Standorten konkurrenzfähig mit konventionellen Kraftwerken zu machen. Zugleich ist die Verbreitung der Technologie vor allem in sonnenreichen Regionen ein Beitrag zum globalen Klimaschutz.

Im Fokus der Forschungsförderung sind anwendungsnahe Technologien für Rinnen- und Turmkraftwerke. Dazu gehören die Optimierung von Systemen und Komponenten sowie begleitende Maßnahmen wie die Erforschung von Einsatzmöglichkeiten und Potenzialen solarthermischer Kraftwerke.

Konkret werden im Bereich der Parabolrinnentechnik Kollektoren, Receiver und Speicher optimiert und Verfahren der Direktverdampfung demonstriert. Bei Fresnel- und Turmkraftwerken steht die Demonstration kompletter Systeme bis hin zur solaren Stromerzeugung im Vordergrund. Übergreifend geht es um Maßnahmen zur Verbesserung der Qualitätssicherung und zur Qualifizierung. Diese dienen der Verlässlichkeit der neuen Technologien und letztlich auch der Kostensenkung.

Im Jahr 2007 hat das BMU im Bereich der solarthermischen Kraftwerke 18 Projekte neu bewilligt. Einschließlich einiger Mittelaufstockungen für laufende Projekte betrug das gesamte neu bewilligte Fördervolumen 5,9 Mio. Euro. In die laufenden Projekte flossen 2007 Mittel in Höhe von insgesamt ebenfalls 5,9 Mio. Euro. Damit wurde die in den vergangenen Jahren erreichte Kontinuität in der Forschungsförderung zu solarthermischen Kraftwerken fortgesetzt.

Querschnittsforschung

Neben den technisch orientierten Forschungsprojekten fördert das BMU seit einigen Jahren auch Querschnittsuntersuchungen im Bereich der erneuerbaren Energien. Dabei sollen die Rand- und Rahmenbedingungen einer zunehmenden Einbindung erneuerbarer Energien in die Bereiche Strom, Wärme/Kälte und Mobilität durchleuchtet werden. In diesem Zusammenhang werden auch Fragen der Energieeffizienz adressiert. Der Blick richtet sich damit sowohl auf technisch, naturwissenschaftliche Aspekte als auch auf ökonomische, ökologische und soziale Gesichtspunkte.

Ausblick

Mit einer Neubewilligung von rund 102 Mio. Euro im Jahr 2007 wurde erstmals die 100 Mio. Euro Grenze überschritten. Vor dem Hintergrund der aktuellen Haushalts-

planung darf davon ausgegangen werden, dass dieses hohe Niveau im Jahr 2008 zumindest gehalten wird. Damit ist eine hohe Kontinuität in der Forschungsförderung gewährleistet.

Mit zunehmendem Ausbau der erneuerbaren Energien stellen sich vermehrt Fragen nach der Integration von Strom aus Solar- und Windenergie in die existierenden Versorgungsstrukturen.

Dazu zählen beispielsweise verbesserte Windprognosen, eine intelligente Einbettung der Photovoltaik in das Niederspannungsnetz, innovative Stromübertragungstechnologien, die verstärkte Integration und Weiterentwicklung von Speichertechnologien, virtuelle Kraftwerke und neue Ansätze bei Strom verbrauchenden Anlagen und Geräten. Bereits 2007 wurden zu diesem Thema acht neue Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von 2,8 Mio. Euro bewilligt. Diese Vorhaben sind in diesem Bericht noch in den Kapiteln zu Photovoltaik und Windenergie enthalten. Aufgrund der zunehmenden Bedeutung dieser Forschungsaktivität werden 2008 mehr Fördermittel hierfür verfügbar sein. Zur Verbesserung der Darstellung werden diese Projekte im Jahrbuch 2008 in einer eigenen Rubrik zusammengefasst werden.

Zur Abstimmung der Förderaktivitäten zwischen BMU, Industrie und Forschungsinstituten sind für das Jahr 2008 Strategiegespräche zu den Förderbereichen Solarthermische Kraftwerke und Windenergie vorgesehen.

Zusammenfassend verteilen sich die 2007 bewirtschafteten Mittel wie folgt auf die einzelnen Förderschwerpunkte:

	Neu bewilligte Projekte 2007		Mittelabfluss 2007	Mittelabfluss Durchschnitt 2004 - 2007	
	1.000 Euro	Anteil in %	1.000 EUR	1.000 Euro	Anteil in %
Photovoltaik	41,653	40,8	32,108	34,024	45,9
Wind	34,713	34,0	15,741	12,436	16,8
Geothermie	8,051	7,9	14,443	11,245	15,2
Niedertemperatur-Solarthermie	7,505	7,3	5,676	5,185	7,0
Solarthermische Kraftwerke	5,851	5,7	5,935	5,637	7,6
Sonstiges	4,391	4,3	6,437	5,665	7,6
Summe	102,164	100,0	80,340	74,191	100,0

- 1 siehe www.erneuerbare-energien.de/inhalt/37850/4595
- 2 Zusätzlich betreut PtJ-EEN Vorhaben zur Begleitung des Marktanreizprogramms des BMU, über das hier nicht berichtet wird. Der Förderschwerpunkt Solarthermische Kraftwerke wurde von PtJ zum 01.01.2008 übernommen.
- 3 vgl. BMU Jahresbericht 2006, <http://www.erneuerbare-energien.de/inhalt/39157/>
- 4 siehe <http://www.solarthermie2000plus.de/>
- 5 siehe <http://www.solarthermietechologie.de/dsttp/>
- 6 Der Förderschwerpunkt Solarthermische Kraftwerke wurde von PtJ zum 01.01.2008 übernommen.

3. Photovoltaik

Hintergrund und Zielsetzung der Förderung

Die Photovoltaik (PV) ist eine Schlüsseltechnologie mit hohem Innovations- und Ausbaupotenzial. Mit der Forschungsförderung des Bundes sollen die strategischen Weichen für eine Erhöhung des Anteils der Solarstromproduktion gestellt werden und die internationalen Wettbewerbschancen der deutschen PV-Industrie weiter ausgebaut werden.

Im zukünftigen Energiemix bietet die Nutzung der Solarenergie langfristig besonders große Potenziale. Gegenwärtig (vorläufige Zahlen für 2007) ist zwar der Beitrag der Photovoltaik zur Stromerzeugung durch erneuerbare Energien mit rund 3 % in Deutschland noch gering, aber gleichwohl ist in den vergangenen Jahren durch gezielte politische Rahmenbedingungen wie das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) eine rasante Marktentwicklung in der Solarstromproduktion zu verzeichnen: Betrug Ende 2002 die insgesamt installierte elektrische Leistung noch rund 250 MW, wurden Ende 2007 bereits 3.800 MW erreicht. Ein verlässlicher heimischer Markt ist dabei eine wesentliche Voraussetzung für eine international konkurrenzfähige Industrie.

Deutsche Firmen zählen derzeit zu den umsatzstärksten und innovativsten Solarunternehmen: Die Firma Q-Cells AG aus Thalheim war 2007 erstmals das größte PV Unternehmen weltweit.¹ Nach Angaben des Bundesverbands Solarwirtschaft (BSW) lag 2007 der Umsatz der deutschen Solarindustrie bei über 5.700 Mio. Euro; die Exportquote beläuft sich auf 43 % mit steigender Tendenz. Die weltweit eingesetzte photovoltaische Produktionstechnik kommt zu rund 50 % von deutschen Anlagen- und Maschinenbauern. Und auch der weltweit größte Wechselrichterhersteller, die SMA Solar Technology AG, stammt aus Deutschland.

Dennoch gibt es noch eine Reihe von Hemmnissen zu überwinden. Für die Photovoltaik heißt dies, die Forschung so auszurichten, dass die Produktionskosten weiter reduziert werden, die Qualität und der Wirkungsgrad der Anlagen aber steigen. Dabei gibt es absehbar keinen „Königsweg“ zu diesem Ziel. Die unterschiedlichen, konkurrierenden Technologielinien weisen sowohl Vor- als auch Nachteile auf, die zumindest auf absehbare Zeit eine parallele Entwicklung der Konzepte sinnvoll erscheinen lässt.

Förderschwerpunkte

Silizium Wafertechnologien

Der Großteil der heutigen PV Anlagen, rund 87 %, basiert auf Silizium Wafertechnologien. Der Bedeutung dieser Technik entsprechend ist die Konkurrenz groß: Sowohl in Europa als auch in Japan, China, den USA und weiteren Ländern treiben eine größere Anzahl von Firmen und Forschungslaboren die Entwicklung voran. Neben diesem Konkurrenzdruck sind folgende Entwicklungstendenzen zu erkennen:

- Aufgrund hoher Nachfrage sind die Kosten für das Silizium Ausgangsmaterial in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Die beobachtete akute Versorgungslücke scheint sich jetzt jedoch langsam durch den Aufbau zusätzlicher Fertigungskapazitäten zu schließen.
- Die hohen Kosten für Silizium führen zu einer effizienteren Materialausnutzung, z.B. die Verwendung dünnerer Wafer oder die Steigerung des Zellwirkungsgrades.
- Durch enorme Fortschritte im Anlagenbau sind nicht nur die Produktionskosten gesunken sondern auch die Produktqualität gestiegen. Die Verfügbarkeit von „turnkey“ Fertigungslinien ermöglicht es Unternehmen auch ohne größeren Vorlauf, eine Zellfertigung aufzubauen.

Sehr erfreulich ist der Umstand, dass die Marktführerschaft in vielen Bereichen der Anlagentechnik von deutschen Unternehmen gehalten wird.

Folglich konzentriert sich die Forschungsförderung auf folgende Fragestellungen:

- Entwicklung von Technologien zur Herstellung von Silizium zu akzeptablen Kosten und ausreichender Qualität,
- Optimierung der Scheibenfertigung bei deutlich höherer Materialnutzung, z.B. auch die Herstellung von Siliziumfolien,
- Entwicklung neuartiger Zell- und Modulkonzepte, die einen hohen Wirkungsgrad erzielen unter Berücksichtigung der Anforderungen zukünftiger industrieller Produktionen.

Silizium Dünnschichttechnologien

Gewinner der Phase beschränkter Siliziumressourcen und hoher Materialpreise sind die Dünnschichttechnologien. Während die Fertigung auf Basis kristalliner Silizium Dünnschichtsolarzellen bislang nur bei einem Unternehmen in Deutschland eingeführt ist, sind die Produktionskapazitäten auf Grundlage amorpher und mikromorpher Silizium Dünnschichttechniken stark ausgebaut worden. Dies hängt auch damit zusam-

men, dass die notwendige Prozesstechnologie von Entwicklungen der Displaytechnologie profitieren konnte. Die Vorteile der Dünnschichttechnologien wie großflächige Beschichtung, integrierte Serienschaltung, hohe Materialeinsparung, kürzere Energierücklaufzeiten und größere Flexibilität bei der Verwirklichung neuer Zellkonzepte kommen damit zunehmend zum Tragen.

Die Forschungsförderung konzentriert sich derzeit auf das amorphe und mikromorphe Silizium. Die konkreten Forschungsaufgaben lassen sich wie folgt definieren:

- Umsetzung von Konzepten und Prozessen aus dem Technikumsmaßstab in eine industrielle Umgebung,
- Optimierung von Prozessen mit den Zielen Erhöhung der Abscheideraten, Reduzierung des Materialverbrauchs und des Energieeinsatzes sowie der Verbesserung des Wirkungsgrads unter Berücksichtigung der Kostenminimierung,
- Untersuchung des Degradationsverhaltens mit dem Ziel langzeitstabiler Dünnschichtstrukturen,
- Konzepte zur besseren Ausnutzung des Sonnenlichts und dessen Spektrums.

Der technische Durchbruch bei den kristallinen Silizium Dünnschichtsolarzellen ist bislang noch nicht erfolgt. Auf einem Workshop im August 2006 zum Thema „Dünnschichtsolarzellen“ wurde in Aussicht gestellt, allen Verfahren die Chance zu einem „proof-of-concept“ zu geben. Das Interesse der Industrie richtet sich aktuell auf Teilprozesse, die mit den Verfahren der Silizium Wafertechnologie vereinbar sind.

Verbindungshalbleiter

Die Aussagen zur Marktentwicklung amorpher und mikromorpher Silizium Dünnschichttechnik treffen auch auf Dünnschichttechniken auf Basis von Verbindungshalbleitern zu. Sowohl zur CIS / CIGS Technologie als auch CdTe betreffend fand in den letzten beiden Jahren eine erhebliche Ausweitung der Fertigungskapazitäten im In- und Ausland statt.

Aktuell betrifft die Förderung im wesentlichen Projekte zur CIS / CIGS Technologie. Ein grundsätzlicher Entwicklungsbedarf besteht auch hier in den Fertigungstechniken. Dabei geht es um die Reproduzierbarkeit der Prozesse auf größeren Flächen, eine hohe Prozessausbeute und eine hohe Anlagenverfügbarkeit (Weiterentwicklung hochproduktiver Anlagentechnik unter minimierten Kostenbedingungen). Weiterer Forschungsbedarf besteht in der Optimierung von Prozessen mit den Zielen Erhöhung der Abscheideraten (kürzere Taktzeiten), Reduzierung des Verbrauchs

von teuren Materialien und des Energieeinsatzes sowie der Prozessschritte bzw. -zeiten, Verbesserung des Wirkungsgrads sowie Realisierung einfacher Prozesse. Da neue Dünnschichtsolarmodule auch nach ihrem Degradationsverhalten bzw. ihrer Langzeitstabilität bewertet werden, müssen das Langzeitverhalten verstanden, Methoden zu seiner Beeinflussung erarbeitet und stabile Dünnschichtstrukturen entwickelt werden.

Systemtechnik, Netzanbindung und übergreifende Fragestellungen

Die Einspeisung von Solarstrom in das öffentliche Elektrizitätsnetz erfolgt bei kleinen Anlagen einphasig über einen Wechselrichter (netzgekoppelte Anlagen). Die einzelnen technischen Komponenten sind inzwischen gereift und ihre Installation ist Stand der Technik. Weitgehend Neuland wird jedoch zukünftig bei einer massiven Durchdringung der Netze mit dezentralen Einspeisern auf der Niederspannungsebene betreten. Zudem treten vermehrt Fragen nach zusätzlichen Systemfähigkeiten auf wie Sicherung der Netzqualität, unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und auch „fault ride through capability“.

In Inseln ist das Zusammenspiel von Erzeugern (PV oder in Hybridsystemen PV im Zusammenspiel mit anderen Stromerzeugern), Speichern und Verbrauchern aufeinander abzustimmen. Hierbei stehen Fragen der Standardisierung und der Speichertechnik nach wie vor im Vordergrund, insbesondere für größere Inseln mit mehreren Verbrauchern.

Insgesamt erstreckt sich die Förderung aktuell auf folgende Gebiete

- Neuartige Systemtechnik für dezentrale Netzstrukturen,
- Anpassung der Leistungselektronik an die Erfordernisse zukünftiger Modulgenerationen,
- Standardisierung großer (über 5 kW) und mittelgroßer (1 bis 5 kW) Inseln für den globalen Einsatz einschließlich der Identifizierung umweltfreundlicher und preiswerter Energiespeicher.

Daneben werden von der Forschungsförderung auch übergreifende Fragestellungen adressiert, die das PV System an sich betreffen. Diese sind die Erhöhung der Lebensdauer von Modulen und Leistungselektronik, die Vermeidung Umwelt und Gesundheit belastender Stoffe, die Reduzierung des Energieeinsatzes in der Produktion sowie des Recyclings.

Wegen des vorwettbewerblichen Charakters der Aktivitäten, sind die in den letzten Jahren eingegangenen Kooperationen im Rahmen des Implementing Agreements on Photovoltaic Power Systems (PVPS) der Internationalen Energieagentur (IEA) sämtlich in diesem Förderbereich zu finden. Dies ist die Teilnahme an die Aktivitäten der Arbeitsgruppen

- Performance, Reliability and Analysis of Photovoltaic Systems (Task 2)
- PV hybrid systems within mini-grids (Task 11)
- PV Environmental Health And Safety (Task 12)

Alternativkonzepte

Zu den oben aufgeführten Technologielinien stehen Alternativen bereit, die gefördert werden können, wenn die übergeordneten Kriterien wie Eignung für Leistungsanwendungen, Übertragbarkeit in einen industriellen Fertigungsmaßstab, Dauerbeständigkeit und Umweltverträglichkeit perspektivisch erfüllbar sind. Während die Grundlagenforschung zu organischen Solarzellen zwischenzeitlich vom BMBF übernommen wurde,² sind Entwicklungen zur konzentrierenden Photovoltaik nach wie vor Gegenstand der Förderung des BMU. Der Anwendungsbereich dieser Technologie liegt überwiegend in sonnenreichen Klimazonen.

Fazit

Die Haushaltsjahre '06 und '07 waren gekennzeichnet durch eine gegenüber dem verfügbaren Budget deutlich höhere Nachfrage nach Fördermitteln. Bei der Auswahl der Projekte erhielt die Förderung von Industrieverbänden Vorrang. Wie anlässlich des 10. Glotttaler Strategiegelgespräch im November 2007 zwischen BMU und Vertretern aus Wissenschaft und Wirtschaft diskutiert, wird auch zukünftig das Kostensenkungspotenzial das zentrale Kriterium für die Projektauswahl sein. Weitere Kriterien sind Industriebeteiligung (grundsätzlich sind aber auch Projekte ohne diese möglich), Kosten-Nutzen-Verhältnis, Qualität der Projekte, Umsetzungschancen in Deutschland (Arbeitsplätze), Projektrisiko und Finanzkraft des Antragstellers, Dringlichkeit der Entwicklung und Kontinuität von Forschungsgebieten. Allgemeine fachlich / technische Richtschnur soll die "Strategic Research Agenda" der Europäischen PV-Technologieplattform³ unter Berücksichtigung der nationalen Besonderheiten sein.

Die PV-Forschungsförderung wurde 2007 auf hohem Niveau fortgesetzt. Das BMU bewilligte 49 neue Projekte (2006: 39). Das entspricht (einschließlich Aufstockungen

für laufende Vorhaben) einem Fördervolumen von 41,7 Mio. Euro. In die laufenden Vorhaben flossen 2007 insgesamt 32,1 Mio. Euro. Die Mittel verteilen sich auf die oben angesprochenen Förderschwerpunkte wie folgt:⁴

2007	Mittelabfluss		Neubewilligungen	
	1.000 €	in %	1.000 €	in %
Silizium Wafertechnologien	18,4	57,3	18.234	43,8
Silizium Dünnschichttechnologien	5,0	15,7	14.323	34,4
Verbindungshalbleiter	5,1	15,9	6.806	16,3
Systemtechnik und übergreifende Fragestellungen	2,3	7,0	1.647	4,0
Alternativkonzepte	1,3	4,1	643	1,5
Summe	32.11	100,0	41.653	100,0

¹ Nach einer Aufstellung der Zeitschrift PVNews vom März `08, Ranking nach Fertigung 2007 in MW.

² siehe z.B. <http://www.fz-juelich.de/ptj/organische-photovoltaik>

³ siehe <http://www.eupvplatform.org/>

⁴ Mittelabfluss: Organische Solarzellen und konzentrierende Photovoltaik;
Neubewilligungen: konzentrierende Photovoltaik

3.1 Silizium Wafertechnologien

Obwohl bereits die erste Solarzelle Mitte der 1950er Jahre eine Silizium Waferzelle war, hat diese Technologie nach wie vor Potenzial. Dafür gibt es eine Reihe guter Argumente. Solarzellen aus kristallinem Silizium nutzen das häufigste Element der Erdkruste und basieren auf einer relativ einfachen, modularen Technologie. Die einzelnen Prozessschritte und das grundlegende Materialverständnis profitieren von Fortschritten aus der Halbleitertechnologie. Die klassischen Solarzellen halten damit einen Marktanteil von knapp 90 % und eine Ablösung dieser dominierenden Rolle durch Dünnschichtsiliciumzellen oder andere Alternativen ist noch nicht in Sicht. Durch die Einführung effizienter Fertigungsprozesse sollen die Kosten weiter gesenkt werden, in dem die Ausbeute pro Gramm Silizium (gemessen in W/gSi) weiter gesteigert wird.

Der Bedeutung dieser Technik entsprechend ist die Konkurrenz groß: Sowohl in Europa als auch in Japan, China, den USA und weiteren Ländern treiben eine größere Anzahl von Firmen und Forschungslabore die Entwicklung voran. In dieser durch wachsende Märkte und steigenden Konkurrenzdruck geprägten Situation behaupten sich deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen. Beispielsweise war die Firma Q-Cells AG aus Thalheim 2007 erstmals das größte PV Unternehmen weltweit.¹ Und das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ist das größte europäische Solarforschungszentrum.

Vor diesem Hintergrund sind folgende Entwicklungstendenzen zu erkennen:

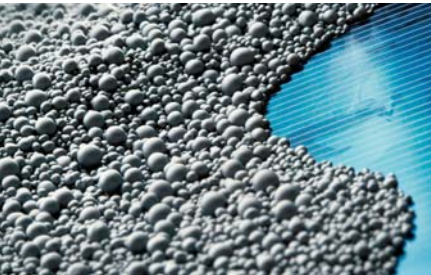
- Aufgrund hoher Nachfrage sind die Kosten für das Silizium Ausgangsmaterial in den letzten Jahren deutlich angestiegen. Die beobachtete akute Versorgungslücke scheint sich jetzt jedoch langsam durch den Aufbau zusätzlicher Fertigungskapazitäten zu schließen.
- Die hohen Kosten für Silizium führen zum Zwang einer effizienteren Materialausnutzung, z.B. die Verwendung dünnerer Wafer und die Steigerung der Zellwirkungsgrade.
- Durch enorme Fortschritte im Anlagenbau sind nicht nur die Produktionskosten gesunken sondern auch und die Produktqualität gestiegen. Die Verfügbarkeit von „turnkey“ Fertigungslinien ermöglicht es Unternehmen auch ohne größeren Vorlauf, eine Zellfertigung aufzubauen.

Sehr erfreulich ist der Umstand, dass die Marktführerschaft in vielen Bereichen der Anlagentechnik von deutschen Unternehmen gehalten wird.

Damit ergibt sich Forschung und Entwicklung in Deutschland Handlungsbedarf auf folgenden Gebieten:

Entwicklung alternativer Technologien zur Herstellung von Solarsilizium

Bei der Reinstsiliziumherstellung dominiert weltweit das Siemens-Verfahren, das vor rund 50 Jahren erfunden wurde. Es verwendet dünne geheizte Siliziumstäbe, die sich in einer Gasatmosphäre aus Trichlorsilan und Wasserstoff befinden. Aus der Gasphase lagert sich nach und nach Silizium an den Stäben ab, die auf diese Weise zu dickeren Säulen wachsen. Anschließend muss der Reaktor abgeschaltet, die Stäbe abgekühlt und in nutzbare Brocken gebrochen werden. Der Prozess ist sehr energieaufwändig und daher teuer. Wesentlich kostengünstigeres metallurgisch erzeugtes Silizium erreicht noch nicht den erforderlichen Reinheitsgrad für die direkte Produktion von Solarwafern.



Granulares Solarsilizium,
Quelle: Wacker Chemie AG

Die Joint Solar Silicon GmbH & Co. KG, ein Gemeinschaftsunternehmen der Degussa AG und der Deutschen Solar AG, will ein neuartiges Verfahren zur Reinstsiliziumherstellung auf Basis von Monosilan bis zur industriellen Anwendungsreife führen, um anschließend eine großtechnische Anlage zu errichten. Ziel ist es, für alle Verfahrensabschnitte, vom Einsatz des Monosilans als Rohstoff über das Schmelzen bis zur Nachbehandlung des Solarsiliziums, grundlegende und systematische Untersuchungen durchzuführen. Weiterhin sollen die Durchführ-

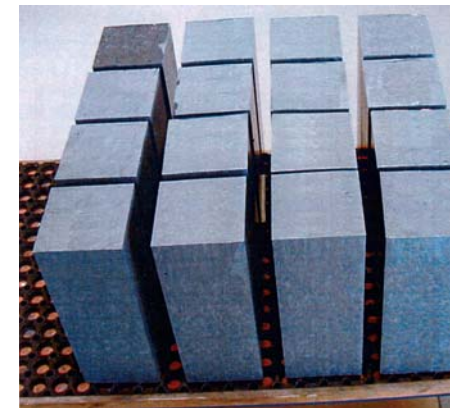
barkeit und die technische Optimierung des Produktionsprozesses über einen längeren Zeitraum getestet werden. Durch das neue Verfahren sollen Energieverbrauch und Kosten für die Erzeugung von Reinstsilizium für die PV-Industrie im Vergleich zum bisher genutzten Siemens-Verfahren auf ein Fünftel gesenkt werden.

Die Wacker Chemie AG ist mit einer Jahresproduktion von rund 10.000 Tonnen weltweit der zweitgrößte Hersteller von Polysilizium für die Solarindustrie. Das Unternehmen wird eine neue Produktionsanlage für granulares Silizium aufbauen,

die Ende 2008 mit einer Nennkapazität von 650 Tonnen den Betrieb aufnehmen soll. Dort soll granulares Solarsilizium aus Trichlorsilan im Wirbelschichtverfahren erzeugt werden. Tests haben ergeben, dass sich granulares Silizium bei der Herstellung von Solarwafern deutlich effizienter verarbeiten lässt als die üblichen Polysilizium-Stücke. Im Herstellungsprozess verbraucht es weniger Energie und erzielt dennoch eine hohe Ausbeute.

Optimierung der Scheibenfertigung bei deutlich höherer Materialnutzung

Der überwiegende Teil der Wafer wird heutzutage durch Sägen von Siliziumblöcken hergestellt. Bei der Herstellung der Blöcke (engl. Ingots) werden Kokillen entweder mit schon flüssigem oder mit stückigem Silizium befüllt. In einem temperaturgesteuerten Prozess wird das Silizium in den Kokillen anschließend zum Erstarren gebracht. Die üblichen industriellen Blockgrößen liegen zwischen 240 und 270 kg. Produktionstechnisch und ökonomischer wäre es, größere Blöcke in kürzerer Zeit herzustellen.



Siliziumblöcke nach dem Sägen,
Quelle: Deutsche Solar AG

Das Verbundprojekt „Speed“ mit den Partnern Deutsche Solar AG, Access e.V., FhG-ISE, TU Freiberg und FCT Systeme GmbH stellt sich dieser Herausforderung mit der Zielsetzung, einen 1000 kg Block herzustellen. Hierfür sind Entwicklungen für Öfen und deren Prozessführung sowie der Einsatz größerer Kokillen notwendig. Im Jahr 2007 gelang es einen Block von 600 kg herzustellen, aus dem erfolgreich Wafer und Zellen mit hohem Wirkungsgrad erzeugt wurden.

Nach der Blockherstellung wird im nächsten Verfahrensschritt der Block in Säulen und die Säulen zu Siliziumscheiben (Wafer) zersägt.

Das produktionstechnische Ziel beim Sägen der Säulen ist möglichst dünne Wafer herzustellen bei gleichzeitig geringen Materialverlusten durch den Sägespalt zwischen den einzelnen Scheiben (sog. Kerfloss). Die heutige Waferdicke liegt in der

Fertigung bei ca. 220 bis 270 Mikrometern (μm), die Sägespaltbreite bei 200 μm . Ein wirtschaftlich entscheidender Sprung in der Ausbeute auf das 2,5-fache wird erst mit der Verringerung des Sägespaltes auf idealerweise 100 μm und gleichzeitiger Verringerung der Waferdicke auf ebenfalls 100 μm erreicht.

Im Verbundprojekt "Kerfloss" entwickeln die Firmen Deutsche Solar AG, PV Silicon AG, ASI Industries, die Fraunhofer-Institute für Werkstoffmechanik (IWM) und Solare Energiesysteme (ISE), sowie das Betriebsforschungsinstitut VDEh-Institut für angewandte Forschung (BFI/ VDEh) Hochleistungssägen, mit denen der Sägeverlust um 50 % reduziert werden kann. Die Innovation des Sägeprozesses soll Kostenvorteile von mindestens 20 % bringen. Bei einer gleichzeitigen Reduktion der Waferdicke werden Kostenreduktionen bis 50 % erwartet. Die angestrebten Ergebnisse sind unmittelbar relevant für die industrielle Produktion von Siliziumwafern für Solarzellen. Bis Ende 2007 wurden im Labor gute Fortschritte gemacht. Mit der Übertragung in die industrielle Fertigung wird ab 2012 gerechnet.

Eine Alternative zur Sägetechnik ist die Herstellung von Siliziumfolien, die direkt aus der Schmelze gezogen werden. Aktuell sind das EFG Verfahren der SCHOTT Solar und der String Ribbon Prozess der Firma Evergreen (USA) am Markt. Eine weitere Variante, die RGS Technologie, wird mit Beteiligung der Solar World AG in den Niederlanden entwickelt. Alle drei Verfahren haben eine gute Perspektive, da sie ohne aufwändige und verlustreiche Sägeverfahren auskommen. Dem gegenüber stehen Nachteile in der Prozessierbarkeit aufgrund ungünstiger Oberflächenmorphologien und teilweise erhöhten Materialverunreinigungen.

Entwicklung neuartiger Zell- und Modulkonzepte

Entscheidend bei der weiteren Entwicklung der Photovoltaik sind weniger die erreichten Wirkungsgrade sondern die Stromkosten pro Kilowattstunde. Hierzu müssen die Fertigungskosten pro Watt gesenkt werden. Auf Basis der Zell- und Modultechnik werden dabei unterschiedliche Ansätze verfolgt:

Hohe Wirkungsgrade: Der Unterschied zwischen den Wirkungsgraden in Labor und Produktion ist weiterhin nennenswert. In jüngster Zeit ist eine verstärkte Orientierung hin zu neuen Zellkonzepten mit hohem Wirkungsgrad zu erkennen; Deutsche Unternehmen geraten in diesem Punkt unter einen besonders hohen F&E-Druck, da beispielsweise aus den USA und Japan Entwicklungen mit Zellwirkungsgraden von

20 % auf den Markt kommen. Gesucht sind also neue hocheffiziente Zellkonzepte, deren Übertragung in industrierelevante Verfahren möglich ist. Gleichzeitig mit der Steigerung der Wirkungsgrade müssen aber auch die spezifischen Kosten gesenkt werden. Ein Ansatzpunkt kann die Einführung neuer Prozesstechnologien und Zellvarianten sein.

Mittlere Wirkungsgrade bei geringen Fertigungskosten: Eine Alternative zu dem vorstehend beschriebenen Hocheffizienzansatz sind Zellkonzepte mit einem geringen Fertigungsaufwand und unter Umständen auch geringeren Anforderungen an die Materialreinheit. Dabei sind Kostenvorteile (Euro/W) auf Zellebene auf die Systemebene zu extrapolieren.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang, die Prozesstechnik für beide Strategien zur Verfügung zu stellen. Einerseits nutzt die beste Laborzelle wenig, wenn keine kostengünstige industrielle Umsetzung möglich erscheint. Andererseits zählt der deutsche Anlagen- und Maschinenbau im Bereich photovoltaische Produktionstechnik zu den innovativsten Industrien derzeit, so dass häufig der Anlagenbau in Forschungsprojekten bereits beteiligt ist.

¹ Nach einer Aufstellung der Zeitschrift PVNews vom März '08, Ranking nach Fertigung 2007 in MW.

Unlimitierte und ressourcenschonende Photovoltaik basierend auf purified metallurgischem Silicium

Förderkennzeichen: 0325004
Laufzeit: 01.07.2007 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 5.508.919 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Dieses Projekt trägt zu Lösung der Problematik bei, die kostengünstige Versorgung der Photovoltaik mit ausreichend Silicium-Ausgangsmaterial, zum Wachstum in den Multi-10GW-Bereich, auf Basis von metallurgischem Silicium, zu sichern. Dieses Material wird in Assoziation mit weiteren parallel laufenden Projekten entlang der gesamten Prozesskette mit neuen Methoden bis zur Solarzellenfähigkeit verbessert. Dazu werden eingeschränkt solarzellenfähige Siliciumscheiben direkt aus mg-Si oder physikalisch aufgereinigtem metallurgischem Silicium hergestellt. Das Ergebnis sind die verschiedenen Solarzellentypen: InertCell und EpiCell. Ziel ist die optimale Bearbeitung von Schlüsseffekten und -verfahren wie „Segregation“, „Gettern“, „Silicium-Epitaxie“ und „low-tau Solarzellen-Prozessierung“.

Verbundprojekt: Grundlegende produktionsnahe Untersuchungen zur Herstellung und dem Einsatz von kosteneffektivem und qualitätsgerechtem Solarsilicium nach dem JSSi-Verfahren (SUNSIL 2010)

Förderkennzeichen: 0325006A; 0325006B
Laufzeit: 01.10.2007 – 30.09.2010
Zuwendungssumme: 1.691.255 €
Projektpartner: Joint Solar Silicon GmbH & Co. KG (Koordinator); Deutsche Solar Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Im Jahr 2003 haben die Degussa AG (heute Evonik) und die SolarWorld AG zusammen die Joint Solar Silicon GmbH & Co. KG (JSSi) gegründet, um ein Verfahren für die kosteneffektive und energieeffiziente Herstellung von Solarsilicium zu entwickeln. Eine erste Pilotanlage mit einer Kapazität von 850 t wird im Jahr 2008 in Betrieb genommen. Im Verbundprojekt SUNSIL 2010 zwischen JSSi und Deutsche Solar AG werden grundlegende Untersuchungen zum JSSi-Verfahren realisiert. Alle Verfahrensabschnitte wie die Pyrolyse des Silans, das Abscheiden des Siliciumpulvers, die mechanische oder thermische Nachbehandlung des Produktes sowie dessen universelle Einsetzbarkeit in den folgenden Verarbeitungsschritten der Photovoltaik werden systematisch erforscht und entwickelt.

Entwicklung von Hochleistungsemitterstrukturen auf industriell gefertigten kristallinen Siliziumsolarmodulen unter Verwendung innovativer und kostengünstiger Technologien

Förderkennzeichen: 0325033
Laufzeit: 01.05.2008 – 30.04.2011
Zuwendungssumme: 992.296 €
Projektpartner: Universität Konstanz – Fachbereich Physik

Kurzfassung: Das Projekt hat das vollständige Verständnis der Bildung eines Phosphor-Emitters aus der Gasphase zum Ziel. Insbesondere die Wechselwirkung zwischen Prozesstemperatur, verwendeten Prozessgasen und jeweiligen Bedingungen während des Prozessablaufs werden eingehend untersucht. Hierdurch sollen die bisher im Emitter von kristallinen Siliziumsolarmodulen auftretenden elektrischen Verluste in Form von Sperrsättigungsströmen durch Optimierung des Dotierprofils deutlich reduziert und der Wirkungsgrad der Zellen um 0,3 %abs erhöht werden. In einem weiteren Schritt wird durch Einführung einer selektiven Emmitterstruktur der Wirkungsgrad der Zellen nochmals um 0,5 %abs gesteigert. Als Basissubstrat werden mono- und multi-kristalline, bordotierte Siliziumwafer verwendet.

Atomic Layer Deposition für die Oberflächenpassivierung von hocheffizienten Siliziumsolarmodulen (ALD)

Förderkennzeichen: 0325050
Laufzeit: 01.05.2008 – 31.10.2011
Zuwendungssumme: 1.065.324 €
Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Ziel dieses Vorhabens ist es, das Potential von Aluminiumoxid-Schichten, die mit dem Atomic Layer Deposition (ALD)-Verfahren abgeschieden werden, für die Oberflächenpassivierung von hocheffizienten kristallinen Siliziumsolarmodulen zu evaluieren. Es soll eine ALD-Laboranlage aufgebaut werden, die sowohl Abscheidungen mittels thermischer ALD als auch mit plasmaunterstützter ALD erlaubt. Die abgeschiedenen Schichten sollen bezüglich ihrer Passivierungswirkung auf diffundierten und undiffundierten Siliziumoberflächen optimiert werden. Die optimal passivierenden Schichten werden detailliert auf ihre elektrischen, optischen und strukturellen Eigenschaften untersucht. Es werden außerdem Stapelschichten aus Aluminiumoxid und PECVD-Siliziumnitrid und Siliziumoxid untersucht.

Emitter für ein- und multikristalline Silicium-Solarzellen durch Laserdotierung

Förderkennzeichen: 0327519
Laufzeit: 01.06.2005 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 1.338.433 €
Projektpartner: Universität Stuttgart – Fakultät 5 Informatik, Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Physikalische Elektronik (IPE)

Kurzfassung: Die kostengünstige Herstellung von Solarzellen erfordert einfache und schnelle Einzel-Prozessschritte, die sich in einen kontinuierlichen Fertigungsprozess integrieren lassen. Der am ipe entwickelte Laser-Dotierprozess erfolgt bei Raumtemperatur, unter Umgebungsbedingungen, ist in-line fähig und kann in eine bestehende Produktionslinie integriert werden. Die Laserdotierung erzeugt z.B. mit nur einem zusätzlichen Prozessschritt einen selektiven Emitter, wobei alle vorausgehenden und nachfolgenden Prozessschritte in einer Produktionslinie beibehalten werden können. Zusammen mit einem Industriepartner konnten wir nachweisen, dass sich hiermit der Wirkungsgrad von Solarzellen um 0,2 % steigern lässt. Solarzellen mit ganzflächig laserdotiertem Emitter erzielen einen Wirkungsgrad von 16,2 %.

Verbundprojekt: Grundlegende produktionsnahe Untersuchungen zur Herstellung und dem Einsatz von kosteneffektivem und qualitätsgerechtem Solsilizium nach dem JSSI-Verfahren (SUNSIL 2010)

Förderkennzeichen: 0327521A; 0327521B
Laufzeit: 01.07.2005 – 30.09.2008
Zuwendungssumme: 1.043.232 €
Projektpartner: ersol Solar Energy Aktiengesellschaft (Kordinator); CIS Institut für Mikrosensorik GmbH – Fachbereich SolarZentrum

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens der ersol AG und des SolarZentrums Erfurt ist es, neuartige Prozesse für die Produktion höher effizienter Solarzellen unter industriellen Bedingungen zu identifizieren und zu entwickeln. Am Ende des Projektes soll ein Solarzellenprozess für multi- und insbesondere monokristalline 6"x6"-Wafer mit einer Dicke zwischen 150–200 µm zur Verfügung stehen. Der Fokus der Untersuchungen liegt auf:

- Entwicklung einer sauren Textur für dünne Wafer zur Reflexionsminderung und Sichtbarmachung von Versetzungen
- Untersuchung des Zusammenhangs zwischen internen mechanischen Spannungen und Versetzungsdichte
- Herstellung und Untersuchung von Passivierungsschichten auf der Solarzellenrückseite und ihre Strukturierung
- Schonende Kontaktierungsverfahren als Ersatz für Standardsiebdruck

Entwicklung hocheffizienter bifacialer Rückkontakt-Siliciumsolarzellen und PV-Module für die industrielle Massenfertigung (BiBaC)

Förderkennzeichen: 0327529A
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2010
Zuwendungssumme: 1.329.100 €
Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Im BiBaC-Projekt werden neue Prozesstechnologien entwickelt, die als Einzelprozesse in den Herstellungsablauf heutiger Industriosolarzellen integriert werden können. Am Beispiel einer am ISFH entwickelten bifacialen Rückkontaktsolarzelle wird das volle Wirkungsgradpotenzial aufgezeigt. Bei den neuen Technologien handelt es sich um Lokales Ätzen und Deponieren funktionaler Schichten, Niedertemperatur-Oberflächenpassivierung, Metallisieren beider Kontakte in einem Aufdampfschritt und Durchfeuern der Metallisierung bei niedrigen Temperaturen (< 300°C). Diese berührungslosen Techniken haben geringere mechanische Belastungen zur Folge, die Mengen der Verbrauchsmaterialien werden deutlich reduziert und das Metallisieren der Solarzellen wird vereinfacht (einer anstelle von drei Schritten).

Entwicklung fertigungsrelevanter Technologien für hocheffiziente und kostengünstige kristalline Silizium-Solarzellen

Förderkennzeichen: 0327535
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 1.490.279 €
Projektpartner: SolarWorld Industries Deutschland GmbH – RS/T-CSI

Kurzfassung: Das im Labormaßstab aufgezeigte Wirkungsgradpotential monokristalliner Solarzellen von über 18 % wurde weiter ausgebaut und in fertigungsreife Technologien und Produkte umgesetzt. Durch Weiterentwicklung selektiver Emitterstrukturen, der BSF-Herstellung, der Passivierung und der Metallisierung konnten beste Solarzellen mit einem Wirkungsgrad (WG) von 18,8 % erreicht werden. Dasselbe Zellenkonzept konnte ebenfalls erfolgreich auf n-typ-Silizium angewendet und stabile hohe WG über 18 % mit Bestwerten von 18,3 % erreicht werden. Mit dem Ziel dünner Rückseitenkontaktsolarzellen wurde ein Herstellungsprozess in kostengünstiger Siebdrucktechnologie entwickelt und erste 125 mm x 125 mm-Rückseitenkontakt-Solarzellen mit bis zu ca. 12 % WG mit reiner Siebdruckmetallisierung hergestellt.

Infrastruktur großflächiger Prozesstechnologien für dünne kristalline Silicium-Wafersolarzellen

Förderkennzeichen: 0327547
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 3.382.333 €
Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Die Entwicklung von massenproduktionstauglichen Prozessen für hocheffiziente (> 20 %) Solarzellen aus dünnen kristallinen Si-Scheiben ist eine Kernkompetenz der Photovoltaikforschung am ISFH. Diese Kernkompetenz sollte im Rahmen des Projektes auf industrie-relevante Zellgrößen von 156 x 156 mm² und auf den zukunftsweisenden Dickenbereich bis unter 30 µm ausgedehnt werden, damit das ISFH ein für die Photovoltaik-Industrie attraktiver Forschungspartner bleiben kann. Hierfür wurden zwei Teilziele formuliert:

- Die Erweiterung der am ISFH vorhandenen Technologie zur Herstellung und Charakterisierung von Solarzellen der industriüblichen Größe von 156 Euro 156 mm²
- Die Erprobung neuer „sanfter“ Methoden und Verfahren zur Solarzellenherstellung mit den neu aufgebauten Anlagen.

Infrastruktur für industriennahe Laserprozesse in der Siliciumphotovoltaik

Förderkennzeichen: 0327547A
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.05.2007
Zuwendungssumme: 676.023 €
Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Die Verwendung von Lasern erlaubt berührungsfreie Materialbearbeitung, um auch dünne bruchempfindliche Siliciumwafer mit hoher Ausbeute zu bearbeiten. Es wurden neuartige Laseranlagen für das Laserstrukturieren von Silicium für Hocheffizienz-solarzellen, für ein schadigungsarmes Entfernen dielektrischer Passivierschichten für lokale Kontakte von Hocheffizienz-solarzellen und für das Laserlöten in der Modulherstellung aufgebaut. Die Laseranlagen wurden zu konzipiert und aufgebaut. Der Laborbetrieb sowie Übertragbarkeit in die Fertigung sind Hauptkriterien. Die Präzision und Geschwindigkeit der Laseranlagen wurde demonstriert, um ihren Einsatz in der Produktion den Weg zu bereiten.

Verbundprojekt: GaSol – Galvanische Verdickung der Vorderseitenkontakte von Solarzellen

Förderkennzeichen: 0327569A; 0327569B
Laufzeit: 01.06.2006 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 1.594.528 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Kordinator); Gebr. Schmid GmbH & Co.

Kurzfassung: Beim Siebdruck von Kontakten auf Siliciumsolarzellen entstehen relativ breite (> 100 µm) Linien mit einer recht großen Abschattung und nur mittelmäßiger elektrischer Leitfähigkeit. Mit dem Trend zu größeren Zellen wird dieser Verlustmechanismus immer relevanter. Im Rahmen des Vorhabens GaSol wird vom Fraunhofer ISE und der Fa. Gebr. Schmid der Ansatz verfolgt, nur eine sehr dünne Saatschicht aufzubringen, die dann mittels Galvanik verdickt wird. Die Abscheidung im Galvanikbad ist selektiv, d.h. nur an den bereits vorhandenen Kontaktlinien scheidet sich Silber ab. Die Leitfähigkeit des so aufgebrauchten Materials ist wesentlich höher als die von siebgedrucktem Material, so dass aufgrund der besseren Kontaktgeometrie und -leitfähigkeit ein höherer Wirkungsgrad erreicht werden kann.

Entwicklung einer laserkontaktierten Rückseite zur Effizienzsteigerung von industriellen Siebdrucksolarzellen

Förderkennzeichen: 0327572
Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 1.701.707 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: In diesem Projekt sollen am Fraunhofer ISE die Grundlagen für die industrielle Umsetzung von Solarzellen mit dielektrisch passivierter Rückseite und laserlegierten Rückseitenkontakten (LFC, Laser-Fired Contacts) erforscht und entwickelt werden. Hierbei wird als Vorderseitenkontaktierung auf den industriell eingesetzten Siebdruckschritt zurückgegriffen. Die Ergebnisse dieser Entwicklung sollen in einem industriellen Einsatz der LFC-Technologie für Solarzellen mit einer Dicke von maximal 150 µm in der industriellen Solarzellenfertigung münden und dabei zur Steigerung des Zellwirkungsgrades um mindestens 4 % relativ und somit zu einem ökonomischen Vorteil im Vergleich zu herkömmlichen Solarzellen von mindestens 2 % führen.

Standardisierte hochpräzise Messung der Leistungsdaten von Solarzellen in der Produktion

Förderkennzeichen: 0327588
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 351.919 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Mit zunehmender Produktionskapazität nimmt die exakte Bestimmung der Leistung der hergestellten Solarzellen einen immer höheren ökonomischen Stellenwert ein. Wichtigstes Ziel des Projekts ist die Vergleichbarkeit der Zellenklassifizierung der deutschen Zellhersteller auf einem erheblich höheren Niveau der Genauigkeit, als dies bisher möglich war. Für die Erreichung dieses Ziels arbeitet das Fraunhofer ISE zusammen mit den Firmen Berger Lichttechnik, Deutsche Cell, Ersol, halm, Q-Cells, Schott Solar und Solarwatt Cells sowie der Physikalisch Technischen Bundesanstalt. Als ein zentrales Ergebnis des Projektes konnte die absolute Genauigkeit der am Fraunhofer ISE für die Industrie kalibrierten Referenzzellen auf einen neuen, im internationalen Vergleich führenden Stand angehoben werden.

Verbundprojekt: Steigerung der Ressourcennutzung bei der Fertigung von Solarsiliziumwafern durch Reduzierung des Sägeverlustes (Kerf loss)

Förderkennzeichen: 0327601A; 0327601B; 0327601C; 0327601D; 0327601E
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 1.731.137 €
Projektpartner: Deutsche Solar Aktiengesellschaft (Koordinator); PV Silicon Forschungs und Produktions GmbH; ASi Industries GmbH; VDEh-Betriebsforschungsinstitut GmbH; Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Verbundprojekt: SiC-PASS – Siliciumkarbid als Passivierungsschicht auf der Rückseite von Solarzellen

Förderkennzeichen: 0327610A; 0327610B
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.207.213 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); Roth & Rau AG

Kurzfassung: Um die Kosten von Solarzellen aus Siliciumwafern zu senken, ist es notwendig, die Waferdicke zu reduzieren. Dabei treten bei Standardzellstrukturen allerdings vermehrt elektrische und optische Verluste an der Zellrückseite auf. Deshalb muss die Rückseite elektrisch passiviert und optisch verspiegelt werden. Ziel des Projektes SiC-Pass ist es, in einem Plasmaschritt, wie er auch zur Beschichtung der Vorderseite bereits verwendet wird, eine Passivierungsschicht auf der Rückseite aufzubringen und diese lokal durchzukontaktieren. Vorversuche haben Siliciumkarbid als besonders geeignetes Schichtmaterial ausgewiesen. Der Fokus der Projektpartner Fraunhofer ISE und Roth & Rau liegt auf der Optimierung der Schichteigenschaften und der Prozesstechnologie.

Verbundvorhaben: SiRKO – Simultane Rückseiten-Kontaktierung von dünnen Solarzellen

Förderkennzeichen: 0327611A; 0327611B; 0327611D
Laufzeit: 01.12.2006 – 30.04.2009
Zuwendungssumme: 599.563 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); aleo solar Aktiengesellschaft; Schmid Technology Systems GmbH

Kurzfassung: Die Herstellung von Solarmodulen ist auf einen sequentiellen Prozess zugeschnitten, bei dem jeweils benachbarte Zellen von vorne nach hinten verbunden werden. Sogenannte Rückseitenkontaktzellen ermöglichen die Kontaktierung von einer einzigen Seite, damit auch eine wirtschaftlichere und schonendere Zellverbindung. Zudem lassen sich mit Rückseitenkontakt-Zellen optische und elektrische Verluste verringern. Unser Vorhaben zielt auf die Entwicklung eines Verfahrens zur simultanen Kontaktierung von Rückseitenkontaktzellen (RSKZ) für die Herstellung von PV-Modulen. Es geht sowohl um ein neues Zellverbindermaterial wie auch einen zugehörigen Verbindungsprozess. Die Technologie soll für sehr dünne Zellen einsetzbar sein und die Prozessdauer für die Zellkontaktierung verringern.

KRISTA – Kristallisation von Silicium unterschiedlicher Qualität für PV-Anwendungen

Förderkennzeichen: 0327612

Laufzeit: 01.08.2006 – 28.02.2007

Zuwendungssumme: 690.000 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Das Vorhaben KRISTA umfasste die Beschaffung einer Anlage zur Kristallisation von multikristallinen Silicium-Blöcken nach dem Prinzip der gerichteten Erstarrung. Mit diesem in der PV-Industrie standardmäßig angewandten Verfahren kann Silicium-Ausgangsmaterial in beschichteten Quarzriegeln zu multikristallinen Blöcken erstarrt werden. Die möglichen Blockgrößen reichen dabei bis ca. 680x680x250mm³ entsprechend einem Blockgewicht bis zu 260 kg. Zu der Anlage gehört eine Station zur Beschichtung der inneren Wände der Quarzriegel mit einer Silicium-Nitrid-Pulverschicht. In der Beschichtungs- und Kristallisationsanlage sollen neue Schichtsysteme und Kristallisationsprozesse entwickelt und erforscht werden. Die erfolgreiche Inbetriebnahme der Anlagen am Fraunhofer ISE erfolgte im Jahr 2007.

PVQC – Instrumente zur Qualitätskontrolle in der Solarzellenproduktion

Förderkennzeichen: 0327616

Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009

Zuwendungssumme: 446.092 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Das Projekt zielt auf die Entwicklung von Methoden zur Qualitätskontrolle in der Produktion von Solarzellen. Die untersuchten Fragen sind:

1. Welche im Prozessablauf messbare Kenngrößen korrelieren mit der Leistung der Produktionszellen und
2. Für welche Kenngrößen besteht Kontrollbedarf, weil kritische Abweichungen Probleme bei nachfolgenden technologischen Schritten anzeigen.

Für diese Kenngrößen sollen Messmöglichkeiten realisiert und prozessnah getestet werden. Vorgesehen sind Arbeiten an Verfahren zur Messung des Schichtwiderstands, der Trägerlebensdauer und der Leistungsverluste aufgrund parasitärer Widerstände. Weiterhin soll die Eignung der Verfahren zur Feststellung von Ursachen für Abweichungen und als Ausgangspunkt für korrektive Maßnahmen im Prozess geklärt werden.

Verbundprojekt: SolarFocus – Solarsilizium Forschungscluster

Förderkennzeichen: 0327650E; 0327650A; 0327650B; 0327650C;
0327650D; 0327650F; 0327650G; 0327650H

Laufzeit: 01.05.2008 – 30.04.2011

Zuwendungssumme: 992.296 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); IHP/BTU Joint Lab.; Georg-August-Universität Göttingen – Fakultät für Physik – IV. Physikalisches Institut; Institut für Solarenergieforschung GmbH; Max-Planck-Gesellschaft (MPG), vertreten durch das Max-Planck-Institut für Mikrostrukturphysik; Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg – Institut für Physik der Kondensierten Materie – Angewandte Physik; Technische Universität Bergakademie Freiberg – Fakultät für Chemie und Physik – Institut für Experimentelle Physik; Universität Konstanz – Fachbereich Physik

Kurzfassung: Silizium ist das Ausgangsmaterial für über 90 Prozent aller Solarzellen. Im März 2007 haben sich zwölf Unternehmen der deutschen Photovoltaikindustrie und zwölf Forschungspartner im Verbundprojekt „SolarFocus“ zusammengeschlossen, um in den folgenden drei Jahren das aktuell für die Solarzellenfertigung genutzte Siliziummaterial genauestens zu analysieren. In Experimenten werden grundlegende Mechanismen in der Siliziumprozessierung untersucht. Dazu wird Silizium gezielt mit Verunreinigungen versetzt und die sich ergebenden Wechselwirkungen verschiedener Defekte erforscht. Als Ergebnis erwarten die Projektpartner innovative Ansätze zur verbesserten Herstellung von Siliziumwafern und zur optimierten Prozessierung von Solarzellen mit dem Ziel der Steigerung des Wirkungsgrades.

Silicium Laser Chemical Etching 1

Förderkennzeichen: 0327654

Laufzeit: 01.03.2007 – 28.02.2009

Zuwendungssumme: 1.236.000 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Die am Fraunhofer ISE entwickelte Methode LCE ("Laser Chemical Etching") basiert auf einem flüssigkeitsstrahlgeführten Laser und soll im Projekt SLCE1 grundlegend entwickelt werden. Dabei ergeben sich im Erfolgsfall vielfältige neue Bearbeitungsmöglichkeiten zur Prozessierung von hocheffizienten Solarzellen:

- Silicium-Strukturierung ohne Schaden im Kristallgitter, dabei gleichzeitig p- oder n-Dotierung
- Waferherstellung bei sehr geringen Waferdicken (Zielgröße 50 µm), sehr glatten und ungeschädigten Oberflächen und minimaler Schnittkerben-Breite (Zielgröße 50 µm)

Diese Arbeiten werden am Fraunhofer ISE zusammen mit den Industriepartnern REC, SolarWorld, Manz und Synova durchgeführt.

Verbundprojekt: SLIM – Entwicklung eines Solarzellenkonzeptes, das die Verarbeitung ultra-dünner Wafer ohne signifikante Verbiegung und mit hoher Effizienz ermöglicht

Förderkennzeichen: 0327658A; 0327658B; 0327658C

Laufzeit: 01.05.2007 – 30.04.2009

Zuwendungssumme: 711.882 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) – Labor- und Servicecenter Gelsenkirchen (Koordinator); Roth & Rau AG; Solland Solar Cells GmbH

Kurzfassung: Es soll ein neuer Solarzellprozess entwickelt werden, der mit dünnen Silizium-wafern (d 180 µm) hohe Wirkungsgrade ermöglicht. Der Wirkungsgrad dünner Zellen wird durch die Rekombination der Elektronen an der Zellrückseite begrenzt. Kernaufgabe ist daher die Entwicklung einer Rückseitenpassivierung. Hierzu werden verschiedene mittels PECVD erzeugte dielektrische Schichten und Schichtsysteme sowie einseitige Ätz- und Reinigungsprozesse evaluiert. Eine neue Technik zur Herstellung des Rückseitenkontaktes wird entwickelt, die bei guten elektrischen Eigenschaften die Passivierung nicht schädigt. Projektpartner sind das Fraunhofer ISE, Solland Solar sowie die Roth & Rau AG.

Anlagen- und Prozessentwicklung für im Durchlauf aufgedampfte Solarzellenkontakte VAMOS

Förderkennzeichen: 0327660

Laufzeit: 01.05.2007 – 30.04.2010

Zuwendungssumme: 1.837.074 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Das Institut für Solarenergieforschung Hameln/Emmerthal (ISFH) führt eine Prozessentwicklung für das Durchlauf-Hochratenvakuumaufdampfen als Alternative zum heute üblichen Siebdruckverfahren zur Herstellung der elektrischen Kontakte von hocheffizienten Solarzellen in der industriellen Massenfertigung durch.

Nach Inbetriebnahme der Anlage Anfang 2009 wird es den deutschen Zellherstellern möglich sein, am ISFH individuelle massenproduktionsnahe Prozessentwicklung mit den speziellen Anforderungen ihrer jeweiligen Zellherstellungsprozesse durchführen zu lassen.

Abbildende Verlustanalyse von Solarzellen für die industrielle Fertigungskontrolle

Förderkennzeichen: 0327661

Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2010

Zuwendungssumme: 505.536 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Der Wirkungsgrad und die Ausbeute in der industriellen Fertigung von Solarzellen kann gesteigert werden, wenn den Herstellern eine schnelle und zuverlässige Quantifizierung von Verlustmechanismen produktionsbegleitend zur Verfügung hätten. Für die Quantifizierung von Verlusten gibt es viele sich ergänzende Untersuchungstechniken, doch werden diese bisher nur selten kombiniert. Im Rahmen des Projektes werden geeignete Algorithmen für die simultane Auswertung der Ergebnisse unterschiedlicher Messverfahren entwickelt. Es werden kamerabasierte Messmethoden entwickelt und eingesetzt um die Orte von Verlusten zu lokalisieren. Mit Hilfe eines neuen Kombi-Analysegerätes, in dem alle notwendigen Messverfahren integriert sein werden, wird eine weitgehende Automatisierung der Messungen möglich sein.

Evaluation des Potentials von siebgedruckten Al-p+ Emittlern für hocheffiziente n-Typ Silizium-solarzellen (ALU+)

Förderkennzeichen: 0327666

Laufzeit: 01.06.2007 – 31.05.2010

Zuwendungssumme: 715.668 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Ziel dieses Vorhabens ist es, das Potential von siebgedruckten Aluminium-dotierten p+-Emittlern für die Anwendung in hocheffizienten, industrienahen Solarzellen auf n-Typ Czochralski-Silizium (Cz-Si) Wafern zu evaluieren. Die eingesetzten Prozessschritte zur Herstellung und Oberflächenpassivierung des Emitters erfolgen dabei ausschließlich mit industrienahen Prozesstechniken wie der Siebdrucktechnik, Feuern im Infrarot-Durchlaufofen und der plasmaunterstützten Gasphasenabscheidung von Siliziumnitrid, amorphem Silizium oder Siliziumkarbid. Durch Implementierung des zunächst auf Teststrukturen optimierten Aluminium-dotierten p+-Emitters in Solarzellen sollen stabile Wirkungsgrade oberhalb 20 % für Solarzellen auf n-Typ Cz-Si Wafern demonstriert werden.

Entwicklung innovativer Technologien, Prozesse und Verfahren für eine zukünftige Generation von Solarmodulen auf der Basis von (EFG-)Siliziumfolien – FZS

Förderkennzeichen: 0329717C
Laufzeit: 01.01.2004 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 7.696.990 €
Projektpartner: SCHOTT Solar GmbH

Kurzfassung: Mit einer neuen EFG-Technologie (Edge-defined Film-fed Growth) werden Solarwafer mit Kantenlängen von 125 mm bis 156 mm bei deutlich gesteigerter Produktivität hergestellt. Dieses neue Verfahren lässt zukünftig eine Reduzierung der Waferdicken bis auf 200 µm zu. Zum Trennen der Wafer aus den EFG-Rohren werden neue Laser eingesetzt, die bei höherer Schnittgeschwindigkeit ohne zusätzliche Randbearbeitung die Festigkeit der Wafer verdoppelt. Die Wirkungsgrade von EFG-Solarzellen konnten in der Produktion auf etwa 15 % gesteigert werden, Laborwirkungsgrade liegen bei 18,2 %. Konzepte für neue Fertigungslinien für EFG-Solarzellen lassen eine Kapazitätssteigerung von 100 %, bei lediglich 25 % höherem Investitionsvolumen erwarten.

Ressourcenschonende und schädigungsarme Herstellungsprozesse in der Solarzellen-Technologie – ReST

Förderkennzeichen: 0329819B
Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2010
Zuwendungssumme: 416.960 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik (IWM)

Kurzfassung: In der Solarzellenherstellung können bei Prozessschritten, wie Drucken, Sintern sowie Löten mechanische oder thermische Belastungen auf die Wafer wirken, die zu Spannungen und Schädigungen führen. Ziel des Projekts ist es, mechanische Spannungen und weitere Belastungen in Prozessschritten zu minimieren, sodass das Ausmaß solcher Schädigungen reduziert wird. Hierdurch sollen beim Prozessieren der jetzt aktuellen Generation von dünnen Wafern Bruchquoten unter 1 % erreicht werden. Arbeitsschwerpunkte sind Modellierung von Prozessschritten sowie die Bewertung und Optimierung von mechanischen Spannungen in Solarzellen.

Das Fraunhofer-Institut für Werkstoffmechanik, Freiburg, arbeitet dabei zusammen mit den Firmen Schott Solar GmbH, SOLARWATT AG, SOLARWATT Cells GmbH, und sunways AG.

Neue Technologien für höchsteffiziente Siliciumsolarzellen

Förderkennzeichen: 0329849A
Laufzeit: 01.07.2007 – 30.06.2011
Zuwendungssumme: 6.054.800 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Aufgrund des starken Trends in der Silicium-Photovoltaik zu höheren Wirkungsgraden beschäftigen sich zahlreiche industrielle Projekte mit der Umsetzung von bisher nur im Labor genutzten Zellstrukturen und Technologien. Derzeit und in den kommenden Jahren profitiert die Branche dabei im Wesentlichen noch von der Entwicklung von Labortechnologien der letzten 20 Jahre.

Um solche Entwicklungen auch in Zukunft erfolgreich fortführen zu können, ist es nun erforderlich, neue Technologien für hocheffiziente Siliciumzellen zu entwickeln, die dann wieder für einen Transfer in die Fertigung zur Verfügung gestellt werden können. In diesem Projekt sollen verschiedene Technologien evaluiert werden. Dabei soll maßgeblich auf den Erfahrungsschatz der Mikroelektronik zurückgegriffen werden.

MASSE – Massenfertigungstaugliche Verfahren für die Herstellung von monokristallinen Solarzellen mit 20 % Wirkungsgrad

Förderkennzeichen: 0329849B
Laufzeit: 01.03.2008 – 28.02.2011
Zuwendungssumme: 3.958.775 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Es sollen verschiedene Ziele für die Wegbereitung einer neuen Generation von hocheffizienten Solarzellen erreicht werden:

Entwicklung von Prozessen für die industrielle Herstellung von Solarzellen basierend auf der PERC- und MWT-PERC Struktur mit einem Wirkungsgrad von 20 %. Hierbei ist entscheidend, eine sehr hochwertige Passivierung und sehr feine Metallisierungs- und Dotierstrukturen zu erreichen.

Demonstration der Machbarkeit erfolgt in PV-TEC. Es werden die innovativen Prozesskomponenten der PV-TEC-Anlagen weiter optimiert und weitere Anlagen werden aufgebaut. Darüber hinaus werden Module mit Wirkungsgradzielen von 17,5 % für PERC und 18 % für MWT-PERC gefertigt.

Herstellung von Polysiliciumgranulat für die Photovoltaikindustrie: Technologieweiterentwicklung und Überführung in den Produktionsmaßstab

Förderkennzeichen: 0329866A

Laufzeit: 01.07.2006 – 30.06.2009

Zuwendungssumme: 976.475 €

Projektpartner: Wacker Polysilicon

Kurzfassung: Das Fördervorhaben hat zum Ziel, ein in den vergangenen Jahren bei WACKER POLYSILICON bis zur Pilotreife entwickeltes Verfahren zur Abscheidung von polykristallinem Siliciumgranulat in einer Wirbelschicht zur Produktionsreife weiterzuführen. Granulares Polysilicium aus diesem Prozess bietet mit seinen besonderen Eigenschaften Vorteile vor allem für die Weiterentwicklung zukunftsfrüchtiger, kostengünstiger Kristallisationstechnologien. Das Vorhaben umfasst die Weiterentwicklung von Technologie und Prozessen bis hin zum Aufbau und Test eines Prototyp-Systems in Produktionsgröße und deckt neben der eigentlichen Abscheidereaktion auch die zugehörigen Feststoffsysteme und die Einbindung der Anlagen in den Stoffverbund von WACKER POLYSILICON ab.

Verbundprojekt ÖkoProfit – Steigerung der Öko-Effizienz und der Produktqualität in der Herstellung von kristallinen Siliziumsolarzellen durch Erforschung industriell-technologischer Wirkungszusammenhänge

Förderkennzeichen: 0329918A; 0329918B

Laufzeit: 01.11.2002 – 30.04.2007

Zuwendungssumme: 1.715.475 €

Projektpartner: M+W Zander Facility Engineering GmbH – Abt. TGS
(Projektentwicklung – Neue Technologien) (Koordinator);
Deutsche Cell GmbH

Kurzfassung: Im Rahmen des vorliegenden Projektes sollte der Aufbau einer "state-of-the-art" Fertigung in Freiberg durch die Fa. Deutsche Cell GmbH im Sinne der zitierten kontinuierlichen Verbesserung zusammen mit dem Planer der Anlagen, der M+W Zander Facility Engineering GmbH mit wissenschaftlichen und technischen Untersuchungen begleitet werden, die nicht einer einfachen Rationalisierung und damit Profitabilitätssteigerung, sondern dem ganzheitlichen Aspekt der ökologischen Verbesserung des Gesamtprozesses verpflichtet waren. Das Projekt hat den beteiligten Partnern wesentliche Impulse zur Weiterentwicklung und Optimierung der Herstellvorgänge von Solarzellen in einem dynamischen Umfeld gegeben.

Verbundprojekt NEON: New Generation – Untersuchungen zur Herstellung großer und dünner Solarsiliciumwafer und Solarzellen

Förderkennzeichen: 0329929A; 0329929B; 0329929C; 0329929D

Laufzeit: 01.10.2003 – 31.03.2007

Zuwendungssumme: 3.477.079 €

Projektpartner: Deutsche Solar Aktiengesellschaft (Koordinator); TU Bergakademie Freiberg – Fak. für Maschinenbau, Verfahrens- und Energietechnik – Inst. für Mechanik und Fluidodynamik; Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Werkstoffwissenschaft; Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Produktionstechnik (IPT)

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Erweiterte zukunftsweisende Produktion von Halbleitersolarzellen (ASCM)

Förderkennzeichen: 329930B

Laufzeit: 01.12.2003 – 30.11.2007

Zuwendungssumme: 1.045.873 €

Projektpartner: Roth & Rau AG

Kurzfassung: Das Forschungsprojekt verfolgte das Ziel, industrietaugliche plasmabasierte Technologieschritte zur Herstellung kristalliner Solarzellen weiterzuentwickeln. Die Anwendung der Plasmaätztechnologie bietet dabei umfangreiche Möglichkeiten (z.B. Kombinierbarkeit von Vakuumprozessen) zur signifikanten Vereinfachung des Prozessflusses in der Solarzellenproduktion. Besonderer Schwerpunkt dieses Forschungsvorhabens war, neben der Entwicklung plasma-unterstützter Waferbearbeitungsschritte (Siliziumätzen, Phosphorsilikatglasätzen, Konditionierung sowie doppelseitige SiNx Abscheidung) insbesondere deren Realisierung im Inlinieverfahren. Mit dem Aufbau der "MAiA" (Multiple Application inline Anlage) entwickelte die Roth & Rau AG erstmals eine Prozessanlage mit mehreren gekoppelten Plasmaprozessen.

Fortgeschrittene Inline Nassprozessierung von kristallinen Siliziumsolarzellen – InWet

Förderkennzeichen: 0329977
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.439.438 €
Projektpartner: RENA Sondermaschinen GmbH

Kurzfassung: Ziel des Projektes ist die Optimierung einzelner Prozessschritte zur Herstellung von Solarwafern und Solarzellen und deren Wechselwirkungen. Zur Verbesserung der Herstellung von Wafern wird eine rationalisierte und leicht automatisierbare Prozesskette zur Behandlung von kristallinen Siliziumwafern nach dem Drahtsägen bis zur Endkontrolle entwickelt. Dabei liegt ein besonderes Augenmerk auf der automatischen Separation der Wafer aus dem Block. In der Zellherstellung liegt der Schwerpunkt der Arbeit in der Optimierung der Prozesse zur Texturierung, Inline Diffusion und Phosphorglasentfernung, und in der optimalen Abstimmung dieser Prozessschritten untereinander. So sollen in der gesamten Fertigungskette Potentiale zur Kostensenkung und technischen Optimierung freigesetzt werden.

Zuverlässigkeit von PV-Modulen

Förderkennzeichen: 0329978
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.668.275 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Eine nachhaltige Energieversorgung mittels Solartechnik erfordert Komponenten, die mehrere Jahrzehnte der Bewitterung standhalten. Innovative Materialien sollen weitere Kostensenkungen bei dieser Zukunftstechnologie ermöglichen. Die beschleunigte Prüfung ihrer Gebrauchstauglichkeit und Beständigkeit unter künstlicher Bewitterung muss durch den Vergleich mit der realitätsnahen Bewitterung unter verschiedenen Klimaten verifiziert werden. Dazu wurden identische Photovoltaik-Module in den Tropen (Indonesien), in der Wüste (Israel), in der Großstadt (Köln) und unter hoher Ultraviolettstrahlungs-, Schnee- und Windlast (Zugspitze) exponiert. Ihre Belastungen werden aufgezeichnet und die Veränderung ihrer Leistungsfähigkeit untersucht.

Verbundprojekt SPEED – Grundlagenuntersuchungen und Prozessentwicklung zur Kristallisation von multikristallinem Silizium

Förderkennzeichen: 0329979A; 0329979B; 0329979C; 0329979D; 0329979E
Laufzeit: 01.09.2005 – 31.08.2008
Zuwendungssumme: 2.789.864 €
Projektpartner: Deutsche Solar Aktiengesellschaft (Koordinator); ACCESS e.V.; Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Technische Universität Bergakademie Freiberg – Fakultät für Chemie und Physik – Institut für Experimentelle Physik; FCT Systeme GmbH

Kurzfassung: Die Erhöhung des Anteils regenerativer Energien am Gesamtbedarf ist ein Ziel der weltweiten Politik. Um mit der Herstellung von Solarzellen aus in Blöcken kristallisiertem Silizium wettbewerbsfähig zu bleiben und die staatliche Förderung für Solarstrom zu senken, ist eine Optimierung des Herstellungsprozesses erforderlich. Inhalt des Projektes „Speed“ ist daher die Entwicklung und der Bau einer Versuchskristallisationsanlage, die die Herstellung von multikristallinen Silizium-Blöcken mit höheren Blockgewichten in kürzeren Prozesszeiten bei hoher Qualität ermöglicht. Partner dieses Projekts sind die Deutsche Solar AG, Access e.V., FCT Systeme GmbH (Fine Ceramics Technologies), Fraunhofer-ISE (Institut für Solare Energiesysteme) und die Technische Universität Bergakademie Freiberg.

PV-TEC – PhotoVoltaik Technologie EvaluationsCenter

Förderkennzeichen: 0329984
Laufzeit: 15.12.2004 – 30.06.2007
Zuwendungssumme: 13.956.788 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Im Rahmen des Projektes PV-TEC wurde ein Evaluationszentrum für innovative Prozeß-Technologien für die industrielle Solarzellenherstellung aufgebaut. Dieses Zentrum kann F & E-Leistungen für die photovoltaische Industrie in bisher nicht erreichtem Maßstab anbieten. In einem über 1000 m² großen Labor wurde ein industrieller Solarzellenherstellungsprozeß mit modernsten Geräten realisiert. Hierbei wurden jeweils die fortschrittlichsten Maschinengenerationen eingesetzt. Diese Linie bildet die Basis für die Evaluation von neuen Technologien und Prozessen. Mit PV-TEC können unter anderem Technologien, die sich gegenwärtig noch im Labormaßstab befinden und Wirkungsgradsteigerungen versprechen, auf hoher statistischer Basis und somit extrem relevant für einen industriellen Maßstab bewertet werden.

Quebec – Entwicklung einer großflächigen und rückseitig kontaktierten hocheffizienten monokristallinen Siliziumsolarzelle für die industrielle Massenfertigung

Förderkennzeichen: 0329988
Laufzeit: 01.05.2005 – 31.08.2007
Zuwendungssumme: 1.488.458 €
Projektpartner: Q-Cells Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Konzeption und Optimierung der Prozessfolge unter dem Aspekt der wirtschaftlichen Umsetzbarkeit, Risikoanalyse neuer und verfügbarer Fertigungstechnologien, Untersuchung der notwendigen Silizium Materialeigenschaften und deren Verfügbarkeit im industriellen Maßstab, Umsetzbarkeit in die Zellproduktion bis hin zur Anschlussfähigkeit bezüglich der Modulverschaltung.

Entwicklung einer großflächigen hocheffizienten multikristallinen Siliziumsolarzelle für die industrielle Massenfertigung (Alba)

Förderkennzeichen: 0329988A
Laufzeit: 01.04.2007 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.322.167 €
Projektpartner: Q-Cells Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Ziel dieses Kooperationsprojektes zwischen Industrie und Forschung ist die Entwicklung und Herstellung von großformatigen Solarzellen mit einem Wirkungsgrad von 18 % auf Basis von multikristallinem Siliziummaterial. Dieser hohe Wirkungsgrad soll mit Hocheffizienz-Prozessschritten erreicht werden, welche für eine industrielle Produktion geeignet sind. Die Prozessfolge wird in enger Zusammenarbeit von Industrie und den beteiligten Forschungsinstituten entwickelt. Neuentwickelte Einzelprozessschritte, die von der etablierten Standardtechnologie abweichen, werden zeitnah innerhalb einer F & E Testlinie bei Q-Cells auf ein industrietaugliches Equipment hochskaliert, um anschließend eine zügige Umsetzung dieses Hocheffizienzkonzeptes für die industrielle Massenfertigung zu gewährleisten.

3.2 Silizium Dünnschichttechnologien

Die Mehrheit der auf Silizium basierten Photovoltaikmodule wird derzeit aus Solarzellen gefertigt, für deren Herstellung man 180-200 µm dicke Siliziumscheiben, sog. Wafer verwendet. Die Herstellung der Wafer ist aufwändig und mit Materialverlusten von bis zu 50 % verbunden.

Die hohen Wachstumsraten, die in der Photovoltaikindustrie in den letzten Jahren verzeichnet werden konnten, haben zwischenzeitlich zu einem Engpass an für Solarzellen geeignetem Silizium geführt, der in seiner Folge zu hohen Preisen bei diesem Ausgangsstoff geführt hat.

Gewinner dieser Phase beschränkter Siliziumressourcen und hoher Materialpreise sind die Dünnschichttechnologien. Anders als bei der Wafer basierten Photovoltaik werden hier dünne Schichten z.B. aus amorphem oder mikromorphem Silizium auf großen Glasplatten abgeschieden und direkt zum Modul verschaltet. Die Wirkungsgrade solcher Module liegen zwar um einige Prozent unter den aus Solarzellen hergestellten Modulen, dafür ist der Bedarf an Silizium hier deutlich geringer, so dass diese Module günstiger auf dem Markt angeboten werden können. Durch den geringeren Materialeinsatz für solche Module sind auch die Energierückgewinnungszeiten wesentlich reduziert. In Fällen, in denen die zur Aufstellung von Modulen verfügbare Fläche nicht der limitierende Faktor ist, stellen diese Module damit eine durchaus wirtschaftliche Alternative dar.

In jüngster Zeit sind die Produktionskapazitäten auf Grundlage amorpher und mikromorpher Silizium Dünnschichttechniken stark ausgebaut worden. Dies hängt auch damit zusammen, dass die notwendige Prozesstechnologie von Entwicklungen der Displaytechnologie profitieren konnte. Die Vorteile der Dünnschichttechnologien wie großflächige Beschichtung, integrierte Serienverschaltung, hohe Materialeinsparung, kürzere Energierücklaufzeiten und größere Flexibilität bei der Verwirklichung neuer Zellkonzepte kommen damit zunehmend zum Tragen.

Die Forschungsförderung konzentriert sich derzeit auf das amorphe und mikromorphe Silizium; die konkreten Forschungsaufgaben lassen sich wie folgt definieren:

- Umsetzung von Konzepten und Prozessen aus dem Technikmaßstab in eine industrielle Umgebung.

- Optimierung von Prozessen mit den Zielen Erhöhung der Abscheideraten. Reduzierung des Materialverbrauchs, des Energieeinsatzes und Verbesserung des Wirkungsgrads unter Berücksichtigung der Kostenminimierung.
- Untersuchung des Degradationsverhaltens mit dem Ziel langzeitstabiler Dünnschichtstrukturen.
- Konzepte zur besseren Ausnutzung des Sonnenlichts und dessen Lichtspektrums.

Da die Abscheidung von amorphem Silizium mit Einbußen beim Wirkungsgrad verbunden ist, gehen jüngere Bestrebungen in die Richtung, einen kristallinen Siliziumfilm zu erzeugen, um damit kristalline Dünnschichtmodule mit höheren Wirkungsgraden anbieten zu können.

Der Durchbruch bei diesen Dünnschichtsolarzellen ist bislang jedoch noch nicht erfolgt. Auf einem Workshop im August 2006 zum Thema wurde in Aussicht gestellt, allen Verfahren die Chance zu einem „proof-of-concept“ zu geben. Das Interesse der Industrie richtet sich aktuell auf Teilprozesse, die mit den Verfahren der Silizium Wafertechnologie vereinbar sind.

Entwicklungsarbeiten zur Dünnschicht-Si-Photovoltaik: Einsatz von kontinuierlicher VHF-Plasma-CVD mittels Linearquellen zur Deposition von α -Si:H/ μ c-Si:H Solarzellen

Förderkennzeichen: 0325024A; 0325024B

Laufzeit: 01.03.2008 – 30.09.2010

Zuwendungssumme: 1.366.461 €

Projektpartner: Forschungszentrum Jülich GmbH – Institut für Energieforschung (IEF 5) (Koordinator); Von Ardenne Anlagentechnik GmbH

Kurzfassung: Das Projekt befasst sich mit der Deposition von Dünnschicht-Silizium Solarzellen mit einer neuartigen Depositionsmethode, der kontinuierlichen (dynamischen) Beschichtung mit Hilfe einer „Very High Frequency“ Linienquelle. Dieses Verfahren, bei dem das zu beschichtende Substrat an ein oder mehreren Plasmaquellen vorbeiführt, ist ein vielversprechendes Konzept. Es ermöglicht die Aufskalierung der VHF Deposition auf Quadratmeter große Flächen. Eine kontinuierliche Beschichtung könnte zu einer deutlichen Produktivitätssteigerung und Kostenreduzierung der Dünnschicht-Si-Solarzellen führen. In Zusammenarbeit mit VAAT (Dresden) sollen Quellen und den Reaktionsraum so konstruiert werden, dass hohe Schichtqualitäten und eine hohe Produktivität erreicht werden.

Neues Werkzeug zur Entwicklung von Silizium-Dünnschichtsolarzellen

Förderkennzeichen: 0327581

Laufzeit: 01.06.2006 – 31.05.2009

Zuwendungssumme: 1.854.033 €

Projektpartner: Hahn-Meitner-Institut Berlin Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Das Gesamtziel des Vorhabens ist der Aufbau und Betrieb einer Cluster-Depositionsanlage, die verschiedene Abscheidungsverfahren wie plasma-unterstützte Prozesse (PECVD), Sputtertechniken und Elektronenstrahlverdampfung kombiniert. Sie soll es erlauben, Si und Si-Legierungen wie auch transparente leitfähige Kontaktschichten (TCO's) über einen weiten Temperaturbereich herzustellen, um alle Materialien und Grenzflächen für ihre Aufgaben in neuartigen und kostengünstigen Si-Dünnschichtsolarzellen maßzuschneidern. Ein besonderer Vorteil ist dabei die Kombination der unterschiedlichen Verfahren in einem Vakuumsystem, sodass komplette Schichtpakete bestehend aus TCO's und unterschiedlichen Si-Schichten ohne Vakuumbrüche und damit verbundene zusätzlichen Präparationen von Grenzflächen möglich sind.

Entwicklung mikromorpher Si-Dünnschichttechnologie für großflächige PV-Module

Förderkennzeichen: 0327636

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2009

Zuwendungssumme: 3.106.474 €

Projektpartner: SCHOTT Solar Thin Film GmbH – Phototronics

Kurzfassung: Ende 2007 wurde in Jena eine Si-Dünnschichtfertigung mit einer Kapazität von 33 MWp/a in Betrieb genommen. Die Module auf Basis einer a-Si/a-Si Tandemzelle erreichen bis zu 95W stabilisierter Leistung, entsprechend einem stabilisierten Wirkungsgrad von 6,6 %. Mit dem mikromorphen Zellkonzept, dem eine a-Si/ μ c-Si Stapelzelle zugrunde liegt, wird im Projekt ein Modulwirkungsgrad von 9 % angestrebt; mittelfristig erscheinen jedoch durchaus 12 % realisierbar. Schwerpunktthemen im Projekt sind die Entwicklung der mikromorphen Zelltechnologie, die Untersuchung großflächiger PECVD-Prozesse, das Verständnis zum Light-Management in der Zelle, die für ein Modul notwendigen Laserprozesse zur integrierten Serienverschaltung und Verkapselungstechnologien, sowie Langzeitverhalten und Zuverlässigkeit.

Verbundprojekt: EpiTest: Herstellung und Test von Epitaktischen Waferäquivalenten im Technikumsmaßstab

Förderkennzeichen: 0327672A; 0327672B

Laufzeit: 01.06.2007 – 30.11.2009

Zuwendungssumme: 1.172.786 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); Roth & Rau AG

Kurzfassung: Ziel des Verbundprojekts EpiTest ist, in einer Technikumsphase zur Herstellung epitaktischer Waferäquivalent-Solarzellen vorhandene Qualitäts- und Durchsatzprobleme zu erkennen und zu bereinigen.

Im Ergebnis sollen Module mit Flächen um 1 m² mit Wirkungsgraden um 13,5 % stabil und reproduzierbar hergestellt werden können.

Ein Schwerpunkt des Projekts ist die Silizium-Epitaxie, die mit Betriebsdauern über mehrere Stunden getestet werden soll. Weiterer Schwerpunkt bei der Solarzellentechnologie sind auch Plasmaverfahren, um an das Waferäquivalent angepasste Prozessschritte zu entwickeln.

Die epitaktischen Waferäquivalente können mit geringen Modifikationen in die bestehenden Prozesslinien eingespeist werden und somit die Fortschritte und Investitionen der Silizium-Wafertechnologie verwenden.

Verbundvorhaben: Lichtmanagement für industriell gefertigte Silizium-Dünnschichtmodule – LIMA

Förderkennzeichen: 0327693A; 0327693B; 0327693C; 0327693D; 0327693E; 0327693G;

Laufzeit: 01.07.2007 – 30.06.2010

Zuwendungssumme: 4.001.163 €

Projektpartner: Forschungszentrum Jülich GmbH – Institut für Photovoltaik (IPV) (Koordinator); Applied Materials GmbH & Co. KG – Geschäftsbereich Großflächenbeschichtung – Abt. Entwicklung; Sentech Instruments GmbH; Sontor GmbH; SCHOTT Solar GmbH ; SAINT-GOBAIN GLASS Deutschland GmbH – Forschung und Entwicklung Bauglas; Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH, Abt. Silizium-Photovoltaik

Kurzfassung: Das Projekt Lichtmanagement für industriell gefertigte Silizium-Dünnschicht-solarmodule unter Koordination des Forschungszentrum Jülich will die Zuverlässigkeit und Leistungsfähigkeit von Dünnschicht-Modulen erhöhen und gleichzeitig die Herstellungskosten senken. Wichtig für die Leistung dieser Solarmodule ist die optimale Ausnutzung des einfallenden Lichtes. Auf dieses „Licht-Management“ kann etwa ein Drittel der Modulleistung zurückgeführt werden. Das Licht-Management erfolgt durch die Kombination von lichtstreuenden Strukturen und hoch-reflektierenden Kontakten. Im Rahmen des Verbundprojektes LIMA beschäftigen sich vier Forschungseinrichtungen und fünf Industrieunternehmen mit der Optimierung vorhandener und neuer Konzepte zum Lichtmanagement sowie kostengünstigeren Herstellungsverfahren.

Atomic Layer Deposition für die Oberflächenpassivierung von hocheffizienten Siliziumsolarzellen (ALD)

Förderkennzeichen: 0329563E

Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009

Zuwendungssumme: 653.687 €

Projektpartner: Technische Universität Dresden – Fakultät Elektrotechnik und Informationstechnik – Institut für Halbleiter- und Mikrosystemtechnik (IHM)

Kurzfassung: Das Gesamtziel des Vorhabens besteht in der Weiterentwicklung eines hochproduktiven dynamischen Verfahrens zur Abscheidung von a-Si:H-Solarzellen auf flexiblen Polymerfolien mittels einer VHF-Plasma-CVD-Durchlaufanlage. Das Vorhaben beinhaltet die Entwicklung einer Technologie zur Herstellung einfacher pin-Solarzellen auf flexiblem Bandsubstrat einschließlich der Bearbeitung von Rolle auf Rolle. Ziel ist es, das anlagentechnische Know How für die Beschichtung nicht nur flexibler pin-Solarzellen zu erlangen, sondern diese Technologie für weitere Bereiche, wie z.B. den medizinischen Bereich, Labels usw. zu nutzen. Die prinzipielle Eignung der VHF-Durchlaufanlage für die Beschichtung von a-Si:H Solarzellen mit hohen Raten (> 100 nm/min) wurde bereits im Vorläuferprojekt nachgewiesen.

Elektronenstrahl-rekristallisierte Silizium-a-Si-Poly-Si-Dickschicht-Solarzelle auf Floatglas-Substrat

Förderkennzeichen: 0329571B
Laufzeit: 01.04.2004 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 1.797.945 €
Projektpartner: Technische Universität Hamburg-Harburg – Institut für Mikrosystemtechnik

Kurzfassung: Ziel ist die Entwicklung einer kristallinen Silizium-Dickschicht-Solarzelle mit Heteroübergang auf Mittel- bis Niedertemperatursubstraten. Die Prozessfolge ist grundsätzlich für beliebige Substratgrößen geeignet und erlaubt darüber hinaus die Herstellung von Solarmodulen im in-line-Verfahren. Der mittels CVD oder PVD hergestellte 5-10l dicke Silizium Absorber wird mit einer linienförmigen Elektronenstrahlquelle (Ziehgeschwindigkeit bis zu 100 mm/s) rekristallisiert, wodurch die Kristallitgröße signifikant gesteigert wird. Im Vorhaben wurden Kristallitgrößen bis zu $12 \times 10^3 \text{ nm}^2$ auf Substratgrößen von 25 cm^2 erreicht. Ein a-Si-Emitter, sowie eine fingerförmig strukturierte Al-Schicht zur Kontaktierung komplettieren die Zelle. Erste Messungen an Heterojunction-Solarzellen zeigen ein Voc 330mV.

Verbundprojekt: Multikristalline LLC-Silizium-Dünnschichtsolarzellen auf Niedertemperaturglas

Förderkennzeichen: 0329613C
Laufzeit: 01.01.2003 – 30.04.2007
Zuwendungssumme: 1.748.012 €
Projektpartner: Institut für Photonische Technologien e. V.

Kurzfassung: Es wurde das LLC-Verfahren zur Herstellung von mc-Si-Dünnschichtsolarzellen weiterentwickelt und alle Prozessschritte auf ihre großtechnische Umsetzbarkeit geprüft. Außerdem wurden die Zellen gemeinsam mit dem Verbundpartner ErSol optimiert. Bei dem LLC-Verfahren wird dotiertes a-Si auf Niedertemperaturglas aufgebracht und während der Beschichtung durch Laser kristallisiert. Das Resultat sind Si-Schichten mit Kristalliten $> 100 \mu\text{m}$. 2,5 μm dicke LLC-Zellen erreichen ohne light trapping ein Voc von 514 mV und ein Isc von 20 mA/cm². Die Technologie aus a-Si-Elektronenstrahlbedampfung und Laserkristallisation ist großtechnisch umsetzbar und lässt Taktzeiten von 3 min/Modul zu. Der potentielle Wirkungsgrad der Zellen liegt deutlich über 10 %. Die abgeschätzten Modulkosten liegen bei $< 1 \text{ Euro/Wp}$.

Verbundprojekt PRISMA – Teilprojekt HERKULES Herstellverfahren für kristalline Silizium-Dünnschicht-Solarzellen auf hochtemperaturstabilen Substraten

Förderkennzeichen: 0329850F; 0329850G; 0329850H
Laufzeit: 01.08.2003 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 4.622.552 €
Projektpartner: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) – Abt. 3 – Thermosensorik und Photovoltaik (Koordinator); Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE); Roth & Rau AG

Kurzfassung: Kristalline Silizium-Dünnschicht PV-Module besitzen ein erhebliches Kostensenkungspotenzial. Im Projekt standen die Entwicklung der Siliziumabscheidung und die Zellprozessentwicklung im Mittelpunkt. Mit dem neu entwickelten CoCVD Verfahren wurde erstmals Flächen von 1600 cm² mit einer Rate von 2 $\mu\text{m}/\text{min}$ homogen mit Silizium beschichtet. Es wurden erfolgreich Solarzellen auf Fremdsubstraten (bandgezogenes SiC, biogen abgeleitetes SiC und Graphit) auf Scheiben von $10 \times 10 \text{ cm}$ hergestellt und charakterisiert. Die Ladungsträgerlebensdauer von mehr als 20 μs , die geringe Versetzungsdichte ($< 10^{-3} \text{ cm}^{-2}$) belegen die gute Qualität des abgeschiedenen Siliziums. Wirkungsgrade für Zellen auf Graphit von 11,1% und 5,3 % auf Keramik wurden erreicht. Als Kostenpotential wurde mit 0,87 Euro/Wp ermittelt.

Kristalline Silizium-Legierungen für Dünnschicht-Solarzellen

Förderkennzeichen: 0329986
Laufzeit: 01.04.2005 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 842.602 €
Projektpartner: Technische Universität München – Physik Department – Walter Schottky Institut – Lehrstuhl für experimentelle Halbleiterphysik I

Kurzfassung: In diesem Projekt wurden in Kooperation mit dem FZ Jülich die Einsatzmöglichkeiten von Silizium-Legierungen mit Germanium (SiGe) und Kohlenstoff (SiC) in Dünnschicht-Solarzellen untersucht. Polykristalline SiGe-Legierungen mit Ge-Konzentrationen zwischen 50 und 75 % besitzen einen deutlich höheren Absorptionskoeffizienten im sichtbaren Bereich des Sonnenspektrums als polykristallines Silizium und sind daher besonders geeignet als Absorberschichten in Silizium-basierten Dünnschicht-Solarzellen. SiC-Legierungen sind hingegen als Fensterschichten in solchen Solarzellen von Interesse. Im Rahmen dieses Projektes wurden neue Herstellungsmethoden für SiGe- und SiC-Schichten mit verbesserten elektronischen Eigenschaften entwickelt und mögliche Anwendungen in Solarzellen exploratorisch untersucht.

3.3 Verbindungshalbleiter

Dünnschichtmodule aus dem Verbindungshalbleiter Kadmium-Tellurid (CdTe) oder aus Kupfer-Indium-Gallium-Selen-Schwefel-Verbindungen (CIS, CIGS) sind seit einigen Jahren auf dem Markt. Der Ausbau der Produktionskapazität erfolgt stetig. CdTe wird überwiegend in den USA und Deutschland und demnächst auch in Asien produziert. Die Produktionsstätten von CIS liegen noch etwa gleichmäßig verteilt in den USA, Deutschland und Asien. Dabei sind es nur wenige Firmen, die die Herstellung dieser Module beherrschen. Allerdings gibt es eine Reihe Unternehmen, die den Aufbau von Produktionskapazitäten angekündigt haben oder sich mit produktrelevanten Substratgrößen beschäftigen.

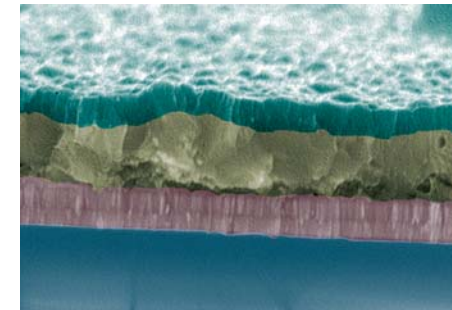
Aktuell betrifft die Förderung im wesentlichen Projekte zur CIS / CIGS Technologie. Diese erreicht von den auf dem Markt befindlichen Dünnschicht-Technologien mit über 11 % die höchsten Wirkungsgrade. Der Herstellungsprozess ist allerdings anspruchsvoll.

Die Bundesregierung fördert Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der CIS-Technologie seit 1989 kontinuierlich. 2007 nahm die erste deutsche CIS-Produktion mit einer Kapazität von 15 MW und einer Modulgröße von 0,7 m² den Betrieb auf, für 2008 wird eine weitere Produktionsaufnahme in der Größenordnung von 20 MW erwartet. Die kontinuierliche Förderung seitens der Bundesregierung hat dazu geführt, dass Forschung und Industrie auf dem Gebiet der CIS-Technologie eine Spitzenstellung einnehmen und Arbeitsplätze geschaffen wurden.

Der Wirkungsgrad von CdTe-Modulen liegt bei etwa 9 %. Der Herstellungsprozess ist dabei schnell, einfach und robust.

Dünnschichtmodule auf der Basis CdTe oder CIS verfügen über ein hohes Kostenreduktionspotenzial, haben allerdings gegenüber den Modulen auf Siliziumbasis den Nachteil der Rohstoffbegrenzung.

Wichtige Ziele in der Modulproduktion der nächsten Jahre werden u. a. die Erhöhung des



CIS-Schichten,
Quelle: HMI

Wirkungsgrades und die Verringerung der Zykluszeit bei Beibehaltung der Produktivität sein. Neue Modulkonzepte, Folienbeschichtung, Materialeinsparung und/oder -substitution sind Themen, deren sich die Forschung mit dem übergeordneten Ziel der Kostensenkung von Strom aus Photovoltaik in den nächsten Jahren widmen wird.

Kadmiumfreie CIS-Module: Verfahrensentwicklung

Förderkennzeichen: 0327501A

Laufzeit: 01.03.2005 – 30.04.2008

Zuwendungssumme: 118.348 €

Projektpartner: Würth Solar GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Das Arbeitsziel von NePuMOC war die Entwicklung einer MOCVD Technologie für die Herstellung von alternativen Pufferschichten für CIS-Solarzellen. Würth Solar hatte erwartet durch den Einsatz von In₂S₃ den Wirkungsgrad der CIS-Zellen steigern zu können und die nass-chemische CdS-Abscheidung durch einen Vakuumprozess zu ersetzen. Die MOCVD Prozessentwicklung fand am ZSW mit einem eigens von AIXTRON entwickelten neuen MOCVD Reaktor statt. Mit der Herstellung einer CIS-Solarzelle mit InS-Puffer und einem Wirkungsgrad von 12 % konnte die prinzipielle Eignung der MOCVD für die InS-Pufferabscheidung demonstriert werden. Allerdings wurden die Referenzwerte von Zellen mit CdS noch nicht ganz erreicht. Es besteht aber noch erhebliches Optimierungspotenzial bei den chemischen Ausgangsstoffen.

Neue Pufferschichten mit MOCVD-Verfahren für CIS-Solarmodule (NePuMOC)

Förderkennzeichen: 0327501B

Laufzeit: 01.03.2005 – 30.04.2008

Zuwendungssumme: 972.374 €

Projektpartner: AIXTRON Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Das Arbeitsziel von NePuMOC war die Entwicklung einer MOCVD Technologie für die Herstellung von alternativen Pufferschichten für CIS-Solarzellen. Würth Solar hatte erwartet durch den Einsatz von In₂S₃ den Wirkungsgrad der CIS-Zellen steigern zu können und die nass-chemische CdS-Abscheidung durch einen Vakuumprozess zu ersetzen. Die MOCVD Prozessentwicklung fand am ZSW mit einem eigens von AIXTRON entwickelten neuen MOCVD Reaktor statt. Mit der Herstellung einer CIS-Solarzelle mit InS-Puffer und einem Wirkungsgrad von 12 % konnte die prinzipielle Eignung der MOCVD für die InS-Pufferabscheidung demonstriert werden. Allerdings wurden die Referenzwerte von Zellen mit CdS noch nicht ganz erreicht. Es besteht aber noch erhebliches Optimierungspotenzial bei den chemischen Ausgangsstoffen.

Pilotfertigung von Dünnschichtsolarmodulen auf der Basis von amorphem und mikrokristallinem Silizium

Förderkennzeichen: 0327568A
Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 2.397.058 €
Projektpartner: Applied Materials GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Inhalt und Ziel des Vorhabens ist die Konzeption und technische Realisierung einer Equipmentplattform für ZnO-Sputtern, Si-PECVD und Rückkontaktsputtern zur wirtschaftlichen Herstellung von Dünnschichtsolarmodulen auf Basis von amorphem und mikrokristallinem Silizium. Die Prozessentwicklung folgt in wesentlichen Zügen der Entwicklung, die bereits in den letzten Jahren am FZ Jülich (IPV) in Zusammenarbeit mit der Firma Applied Films und der Firma FAP vorangetrieben wurde. Randbedingung hierbei ist, auf lange Sicht niedrige Kosten (~ 0.5 €/Wp) bei hohen Wirkungsgraden ($> 9\%$ stabil) auf großen Flächen ($> 1\text{ m}^2$) realisieren zu können.

Im Rahmen des Projektes findet in Zusammenarbeit mit der Firma Q-Cells auch die Weiterentwicklung der Technologie an einer Pilotlinie statt.

Pilotfertigung von Dünnschichtsolarmodulen auf der Basis von amorphem und mikrokristallinem Silizium

Förderkennzeichen: 0327568B
Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 2.121.543 €
Projektpartner: Sontor GmbH

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist die Konzeption, technische Realisierung und der Betrieb einer Pilotfertigung für Si Dünnschicht-Solarmodule (α -Si/ $\dot{\text{I}}$ -Si Tandem Technologie) mit einem Wirkungsgrad von 9% . Aufgabe ist die Entwicklung und Optimierung von Produktionsprozessen und Produkten, die in Massenfertigung eine deutliche Kostensenkung erzielen. Das Vorhaben basiert wesentlich auf umfangreichen Vorarbeiten des IEF-5 (FZ Jülich) sowie der Firma Applied Materials (ehem. Applied Films) und der FAP GmbH Dresden. Die technol. Entwicklungsarbeiten wurden intensiv durch öffentliche Mittel gefördert. Während die Pilotphase (jährl. Produktionskapazität von 8 MWp angestrebt) erfolgreich verläuft, wird bei Sontor GmbH (100 % Q-Cells) mittlerweile in einer Produktionslinie die Kapazität auf 24 MWp erweitert.

Bandbeschichtungsanlage zur Herstellung von CIGS-Dünnschichtsolarmodulen im "Rolle-zu-Rolle-Verfahren" (CISROLL)

Förderkennzeichen: 0327578
Laufzeit: 01.05.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 3.102.442 €
Projektpartner: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Kurzfassung: Das Ziel des Vorhabens, ist die Entwicklung eines Rolle-zu-Rolle Bandbeschichtungsanlagenkonzeptes für die vorindustrielle Fertigung von CIGS-Solarmodulen auf flexiblen Foliensubstraten. Im Rahmen dieses Projektes wird in Zusammenarbeit mit einem Anlagenhersteller eine Bandbeschichtungsanlage entwickelt, gebaut und in Betrieb genommen. Parallel dazu entwickelt das ZSW die Verdampferquellen, zur Beschichtung des Foliensubstrates. Mit einer Bandbreite von 30 cm entsteht eine Anlage, die die Herstellung von CIGS-Solarmodulen auf Foliensubstraten in einem vorindustriellen Maßstab realisiert. Die Übertragung der hier entwickelten Technikumsbeschichtungsanlage in den industriellen Maßstab (Bandbreite 60-120cm) eröffnet neue Absatzchancen für derartige Anlagen und Produkte bei der Industrie.

Verbundprojekt: Kontrollierte Dotierung im CuInS₂-System (KD-CIS)

Förderkennzeichen: 0327589A; 0327589B; 0327589C; 0327589D
Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2009
Zuwendungssumme: 1.844.558 €
Projektpartner: Sulfurcell Solartechnik GmbH (Koordinator); Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH; Carl von Ossietzky Universität Oldenburg – Fakultät V – Institut für Physik – AG GRECO; Carl von Ossietzky Universität Oldenburg – Fakultät V – Institut für Physik – AG Energie- und Halbleiterforschung (EHF)

Kurzfassung: Das Projekt bedient sich komplementärer Ansätze zur Leistungssteigerung von CuInS₂-Solarmodulen. Diese Entwicklungsaufgaben werden in einem Team bestehend aus Mitarbeitern der Sulfurcell Solartechnik GmbH, des Hahn-Meitner-Institut (HMI) und der Universität Oldenburg (CvO) bearbeitet. Erreicht werden soll ein Technologiesprung für CuInS₂ – der bisher erreichte zertifizierte Rekordwirkungsgrad für reine CuInS₂-Zellen liegt bei $11,4\%$. Möglich werden soll dies durch die Entwicklung für die CIS-Bildung maßgeschneiderter Prozesse. Die CIS-Absorberschichten werden dazu durch gezielte Beigabe von Fremdelementen optimiert. Auf diese Weise konnten bereits in der ersten Projektphase CIS-Zellen mit Leerlaufspannungen von deutlich über 800 mV (mit Wirkungsgraden über 12%) realisiert werden.

Teststand für Stabilitätsuntersuchungen an Dünnschicht-Solarmodulen

Förderkennzeichen: 0327603
Laufzeit: 01.07.2006 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 459.820 €
Projektpartner: Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Kurzfassung: Das Projekt fördert den Aufbau eines Labor-Teststandes für Stabilitätsuntersuchungen an Dünnschicht-Solarmodulen in Standardgröße. Der Teststand besteht aus:

- Klimaschrank für statische Langzeittests
- Klimaschrank für beschleunigte Alterungstests durch Kombination von dynamischen Belastungen und el. Hochspannung
- Teststand zur optischen/thermischen Vorbehandlung
- Sonnensimulator zur Bestimmung der charakteristischen Modulparameter vor und nach Stress-Tests.

Die neu installierten Prüf- und Messmittel ermöglichen die Entwicklung und Durchführung beschleunigter Alterungsexperimente für Dünnschicht-Solarmodule aller relevanten Technologien. Durch die Kombination verschiedener Belastungen wird die Aussagekraft von Labortests für das tatsächliche Alterungsverhalten maßgeblich erhöht.

Pufferschichten durch ILGAR Bandbeschichtung für Cu(In, Ga) (S, Se)₂ Solarzellen

Förderkennzeichen: 0327657
Laufzeit: 01.11.2007 – 31.10.2010
Zuwendungssumme: 958.929 €
Projektpartner: Hahn-Meitner-Institut Berlin Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Zur kostensparenden Roll-to-roll-Produktion von Dünnschichtsolarmodulen auf Bandsubstraten fehlt einzig für die Pufferschicht ein bewährter Abscheideprozess. Spray-ILGAR (Ion Layer Gas Reaction) besitzt ideale Voraussetzungen für eine solche in-line-Produktion. Das Verfahren hat auf stationären Substraten gezeigt, dass es Cd-freie Pufferschichten für effiziente, Langzeit-stabile Chalkopyrit-Solarzellen robust produzieren kann. CIS-Solartechnik baut gerade eine Pilotfertigung für Cu(In,Ga)(S,Se)₂ Solarzellen auf Stahlband auf. Ziel des gemeinsamen Projektes ist es, die ILGAR-Pufferdeposition in einen Bandprozess umzusetzen, unter diesen speziellen Bedingungen zu verstehen und die Materialentwicklung voranzutreiben.

Verbundprojekt: Computational Materials Science gestützte Optimierung des Wirkungsgrades von CIGS-Dünnschichtsolarmodulen – comCIGS

Förderkennzeichen: 0327665A; 0327665B; 0327665C; 0327665D; 0327665E
Laufzeit: 01.06.2007 – 31.05.2011
Zuwendungssumme: 4.002.262 €
Projektpartner: IBM Deutschland GmbH – Technology Center ISC EMEA (Kordinator); SCHOTT AG – Forschung und Technologieentwicklung – FTM Materialentwicklung; Johannes Gutenberg-Universität, Institut für Anorganische Chemie und Analytische Chemie; Hahn-Meitner-Institut Berlin GmbH; Friedrich-Schiller-Universität Jena – Physikalisch-Astronomische Fakultät – Institut für Festkörperphysik

Kurzfassung: Eine eindrucksvolle Stellung unter den photovoltaischen Dünnschicht-Technologien nehmen die als CIGS bekannten Chalkopyrit-Halbleiter ein, mit denen bereits Wirkungsgrade von knapp 20 % erzielt wurden. Doch stellt die Komplexität von CIGS hohe Anforderungen an die industrielle Umsetzung.

Ziel des Projekts comCIGS ist es, computational materials science gewinnbringend zu nutzen. Ausgehend vom industriell relevanten two-stage process werden Computermodelle für Material- und Prozessmodifikationen entwickelt, deren refinement aus der experimentellen Umsetzung folgt. So kann gezielt ein neuer industrieller CIGS-Prozess mit hohem Wirkungsgrad entwickelt werden. Dazu arbeiten mit IBM, Schott AG, Helmholtz-Zentrum Berlin und den Unis Mainz und Jena Theorie, Experiment und Industrie eng zusammen.

CIS-Dünnschichtsolarmodulen: Material- und Prozessentwicklung für die großflächige Modultechnologie (CIS-MatTec)

Förderkennzeichen: 0329585F
Laufzeit: 01.01.2006 – 31.12.2009
Zuwendungssumme: 2.973.470 €
Projektpartner: Joint Solar Silicon GmbH & Co. KG (Kordinator); Deutsche Solar Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Dünnschichtsolarmodulen auf der Basis von Kupfer (Cu), Indium (In), Gallium (Ga) und Selen (Se), kurz CIS, weisen unter allen heute bekannten Dünnschichttechnologien die höchsten Wirkungsgrade im F & E-Labor auf. Im Rahmen des Vorhabens werden in der Technikumslinie am ZSW grundlegende Weiterentwicklungen im Koverdampfungsprozess des CIS-Absorbers an Testzellen und 30x30cm² Modulen durchgeführt ebenso wie analytische Messverfahren zur hochpräzisen inline-Prozesskontrolle auf ihre Eignung untersucht. Der Transfer der F&E-Ergebnisse erfolgt in die Fertigung bei Würth Solar GmbH & Co. KG. Durch die Weiterentwicklungen im CIS-Koverdampfungs-Prozess wurde ein verbesserter Wirkungsgrad von \dot{E} 17,8 % (Testzelle mit ARC) und \dot{E} 13,8 % (30x30cm²- Modul) erzielt.

Qualifizierung der CIS Abscheidung für die Serienfertigung

Förderkennzeichen: 0329843D
Laufzeit: 01.04.2004 – 31.03.2007
Zuwendungssumme: 2.081.326 €
Projektpartner: Würth Solar GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Bei der Herstellung von CIS-Modulen hat sich der CIS-Prozess als der bestimmende Engpass unter allen Prozessschritten herausgestellt. Insbesondere war der Durchsatz mit bestehenden Anlagen der Pilotlinie für eine rentable Massenfertigung nicht ausreichend. Um dieser Aufgabe gerecht zu werden, wurde in diesem Projekt ein entsprechendes Anlagenkonzept entworfen und realisiert. Entwicklungsschwerpunkte waren die Entwicklung von Verdampferquellen, Substrattransport und -heizung. Schließlich konnte im Rahmen des Projektes nachgewiesen werden, dass die CIS-Abscheidung mit einer Beschichtungsbreite von 120 cm ohne Verlust an Modulqualität möglich ist. Diese Ergebnisse waren eine wichtige Grundlage für den Bau einer Massenfertigung, die inzwischen in Schwäbisch Hall in Betrieb ist.

CIS-Solarmodule: Ausschöpfung der Entwicklungspotentiale für die Serienfertigung

Förderkennzeichen: 0329843E
Laufzeit: 01.03.2006 – 28.02.2010
Zuwendungssumme: 6.403.669 €
Projektpartner: Würth Solar GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Die CIS-Technik hat das Potenzial sich kostenmäßig gegenüber anderen Technologien auf dem PV Markt durchzusetzen. Aufbauend auf die erfolgreichen Arbeiten in der Pilotierungsphase wird die Würth Solar weitere Verbesserungen und Innovationen erarbeiten und Ziel führend für die Produktion qualifizieren. So werden neben der laufenden Produktion an den Anlagen Ziel gerichtet Optimierung betrieben und im Hintergrund Innovationen vorbereitet. Der Schwerpunkt der Arbeiten ist die Steigerung der Modulqualität von heute ca. 11,5 % auf 14 % innerhalb der Vorhabenslaufzeit durch Optimierung und Qualifizierung der Prozesse und der Anlagentechnik. Weitere Schwerpunkte sind die erhebliche Reduzierung der Taktzeiten als auch die Optimierung der Ausbeuten über die ganze Linie hinweg.

Hochleistungs CdTe Dünnschichtsolarzellen – Materialforschung unter kontrollierten Bedingungen für verbesserte Bauelement- und Fertigungstechnologien

Förderkennzeichen: 0329857A
Laufzeit: 01.01.2003 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 2.086.865 €
Projektpartner: Technische Universität Darmstadt – Fachbereich Material- und Geowissenschaften – FG Oberflächenforschung

Kurzfassung: Ziel des Forschungsvorhabens ist die Aufklärung begrenzender Material- und Bauteileigenschaften von CdTe-Zellen sowie der Fertigungstechnologie. Parallel sind Alternativen in den Materialien, Schichten, Grenzflächen und Bauelementstrukturen für eine Hochleistungszelle zu erarbeiten. Dazu werden maßgebliche Materialeigenschaften der Komponenten in kontrolliert hergestellten Bauelementen untersucht. Die Systeme werden dazu in einem spezifisch entwickelten Integrierten Präparations- und Analysesystem DAISY-SOL unter technologienahen Bedingungen präpariert und erforscht. Die mit diesem System mögliche Kontrolle und umfassende Analyse der Prozessschritte erlaubt detaillierte Prozess-Eigenschafts-Korrelationen, die für die wissenschaftliche Verbesserung von Zelle und Technologie genutzt werden.

Verbundprojekt: Kostengünstige Precursor für CIS Dünnschichtsolarmodule

Förderkennzeichen: 0329941A; 0329941B
Laufzeit: 01.10.2004 – 30.09.2008
Zuwendungssumme: 3.058.204 €
Projektpartner: AVANCIS GmbH & Co. KG (Kordinator); Atotech Deutschland GmbH

Kurzfassung: Im Rahmen des Projektes „Pro-CIS“ werden kostengünstige Vorläuferschichten (Precursor) für die Prozessierung von CIS Dünnschichtsolarmodulen untersucht. Gesamtziel des Projektes ist es, eine Prozessempfehlung für den Herstellungsprozess mit geringsten Kosten/Watt auf Basis von im Projekt erarbeiteten Prototypen und Daten zu erreichtem Wirkungsgrad, Material- und Prozesskosten zu erstellen. Pro-CIS ist ein Verbundprojekt von AVANCIS, des Lehrstuhls der Werkstoffe der Elektrotechnik sowie des Lehrstuhls für Kristallographie & Strukturphysik (Universität Erlangen). In einem Arbeitspaket wurden auch galvanisch abgeschiedene Precursor untersucht. Diese wurden von ATOTECH hergestellt. Die Entwicklung des Badabscheidungsprozesses wurde im Rahmen des Teilprojektes FKZ 0329941B durchgeführt.

3.4 Systemtechnik, Netzanbindung und übergreifende Fragestellungen

Der **Netzanschluss** von Photovoltaikanlagen ist heute Stand der Technik. Dabei wäre der große Erfolg der Photovoltaik ohne die enormen Fortschritte in der PV-Systemtechnik undenkbar. Deutschland nimmt hierbei eine internationale Spitzenposition ein. Deutschen Herstellern von PV-Wechselrichtern ist es gelungen, im internationalen Markt (außer Japan) einen fast 60-prozentigen Marktanteil zu erreichen.

Das BMU fördert die Optimierung von PV-Wechselrichtern bei unterschiedlichen Herstellern und Forschungsinstituten seit Jahren mit einem hohen Maß an Kontinuität. Dass die Kosten für PV-Strom seit Anfang der 90er Jahre um mehr als 60 % verringert werden konnten, ist zu einem erheblichen Teil auf Innovationen bei PV-Wechselrichtern zurückzuführen. Dadurch konnten die Wechselrichter-Preise seit 1990 um 70 % reduziert werden. Dies wurde erreicht durch

- eine Erhöhung des spezifischen Energieertrags der PV-Anlage durch Wechselrichter-Wirkungsgrade von bis zu 98 %,
- wechselrichterbedingte Vereinfachung der Anlagenplanung und Installation (z.B. Einführung der Stringtechnologie) und
- eine erhöhte Anlagenverfügbarkeit aufgrund verbesserter Betriebszuverlässigkeit von Wechselrichtern.

Während davon ausgegangen werden kann, dass die Industrie die kontinuierliche Kostendegression der Wechselrichtertechnik und eine weitere Erhöhung der Betriebszuverlässigkeit in Zukunft selber stemmen kann, treten vermehrt Fragen nach zusätzlichen Systemfähigkeiten in den Focus der Forschungsaktivitäten. Dies sind Sicherung der Netzqualität durch intelligente Betriebsführung und Regelung einschließlich der Vernetzung zu virtuellen Kraftwerken, unterbrechungsfreie Stromversorgung (USV) und auch „fault ride through capability“.

In **Inselsystemen** sind das Zusammenspiel von Erzeugern, Speicher und Verbrauchern sowie die Auslegung der Systeme nach wie vor eine spannende Frage für Forschung und Entwicklung. Für ein gut funktionierendes Inselssystem, das auch vertretbare Stromkosten gewährleistet, sind Angebot, Nachfrage und Speichergroße aufeinander abzustimmen. Zudem muss eine Erweiterung des Inselnetzes ohne gravierende Änderungen an der bestehenden Infrastruktur möglich sein, etwa wenn neue Verbraucher hinzukommen. Trotz mehrjähriger Forschungsanstrengungen ist hier noch

kein Standard erreicht. Dabei lohnt sich der Aufwand. Als Anwendungsfelder sind einerseits eine Vielzahl von netzfernen Telekommunikations- und Telematikrichtungen zu berücksichtigen, die mit Inselssystemen kostengünstig versorgt werden können. Und andererseits bietet sich in Schwellenländern ein großer Markt bei der Einrichtung von Dorfstromversorgungen, die die Lebensqualität und Erwerbsmöglichkeiten der Bevölkerung signifikant steigern.

Neben diesen Aktivitäten zur Systemtechnik an sich werden von der Forschungsförderung auch übergreifende Fragestellungen adressiert, die das gesamte PV-System betreffen. Dies sind die Erhöhung der Lebensdauer von Modulen und Leistungselektronik, die Vermeidung Umwelt und Gesundheit belastender Stoffe, die Reduzierung des Energieeinsatzes in der Produktion sowie des Recyclings.

Wegen des vorwettbewerblichen Charakters der Aktivitäten sind die in den letzten Jahren eingegangenen Kooperationen im Rahmen des Implementing Agreements on Photovoltaik Power Systems (PVPS) der Internationalen Energieagentur (IEA) diesem Förderbereich zuzuordnen.

Beitrag zu PVPS Task 12 – PV Environmental Health & Safety Activities

Förderkennzeichen: 0325037A; 0325037B

Laufzeit: 01.04.2008 – 31.05.2012

Zuwendungssumme: 68.881 €

Projektpartner: Universität Stuttgart, Lehrstuhl für Bauphysik (LBP) Abt. Ganzheitliche Bilanzierung (Koordinator); Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Kurzfassung: Das Arbeitspaket 12 des PVPS Projekts betrachtet Umwelt- und Sicherheitsaspekte („EH&S“) von Photovoltaikanlagen. Es sollen dabei u.a. denkbare Infrastrukturen zur Rücknahme und Verwertung von PV-Abfällen mit bestehenden Recyclingkonzepten verglichen werden. Weiterhin wird die internationale Zusammenarbeit und der gegenseitige Wissenstransfer gefördert, um das gesammelte Erkenntnisse aller EH&S Aspekte zwischen den Partnerländern, Interessenten und Entscheidungsträgern zugänglich zu machen. Dazu werden LBP-GaBi, ZSW und Deutsche Solar AG kontinuierlich die Weiterentwicklungen in den PV-Herstellprozessen beobachten und deren Auswirkung auf aktuell diskutierte Recyclingkonzepte bewerten. Eine umweltliche Betrachtung dieser Konzepte wird im Rahmen einer begleitenden Ökobilanz durchgeführt.

Entwicklung eines hocheffizienten dreiphasigen Wechselrichter >30 kW auf der Basis der HERIC®-Topologie

Förderkennzeichen: 0327515

Laufzeit: 01.05.2005 – 31.10.2007

Zuwendungssumme: 626.967 €

Projektpartner: sunways AG

Kurzfassung: Das F&E Projekt war fokussiert auf höchste Umwandlungswirkungsgrade, geringes Gewicht, Kostensenkung des Produkts, hohe Marktakzeptanz, hohe Wettbewerbschancen und die Weichenstellung einer Erhöhung der Stromproduktion aus Photovoltaik durch hocheffiziente Inverter.

Ergebnisse des F&E Projekts:

- Maximaler Wirkungsgrad > 97,5 %, Europäischer Wirkungsgrad > 97 %
- Gewichtersparnis ca. 80 % im Vergleich zu Invertern mit 50 Hz Transformatoren
- Kostenreduktion durch ein transformatorloses Wechselrichterkonzept
- Weiter DC-Eingangsspannungsbereich zum Anschluss einer flexiblen Anzahl Solarmodule pro String
- Das neue Inverter Konzept erhöht die Kosteneffizienz der PV Technologie
- Eine hohe Marktakzeptanz durch ein kompaktes Design

Verbundprojekt SOMOZELL – Entwicklung eines nachhaltigen Kreislaufsystems für photovoltaische Produkte

Förderkennzeichen: 0327566A; 0327566B
Laufzeit: 01.05.2006 – 30.06.2009
Zuwendungssumme: 1.472.646 €
Projektpartner: Deutsche Solar Aktiengesellschaft – Geschäftsbereich Solar Materials (Kordinator); Technische Universität Bergakademie Freiberg – Fakultät für Chemie und Physik – Institut für Anorganische Chemie

Kurzfassung: Das bestehende Pilotverfahren zum Recycling von PV Modulen wird hinsichtlich neuer Zell- und Modultechnologien sowie erhöhter Produktanforderungen optimiert und für eine sinnvolle Verwertung von stark vorgeschädigten Modulen sowie Dünnschichtmodulen erweitert. Das Verfahren zum Rückätzen von Solarzellen wird hinsichtlich neuer Produkte, z.B. feinkörniges Silizium weiterentwickelt. Der Projektablauf sieht die Entwicklung thermischer und mechanischer Recyclingverfahren mit anschließender Neuentwicklung selektiver Ätzprozesse zur sekundären Waferherstellung vor. Die Verfahren werden hinsichtlich ihrer Energieeffizienz bewertet.

QUPS – Netzersatzfunktionalität für Sunny Boys

Förderkennzeichen: 0327571
Laufzeit: 01.05.2006 – 30.04.2008
Zuwendungssumme: 320.766 €
Projektpartner: SMA Technologie AG

Kurzfassung: SMA entwickelte mit diesem Projekt ein Gerät, das eine netzgekoppelte PV-Anlage für den Inselstrombetrieb umrüstet. Bei einem Netzausfall können damit kritische Verbraucher wie Kühlgeräte, Telefonanlagen, Beleuchtung, Computer und Heizungssteuerungen weiter versorgt werden. Solange das öffentliche Netz vorhanden ist, wird die PV-Energie in das Netz eingespeist und nach EEG-Vorgaben vergütet. Bei einem Netzausfall schaltet das Zusatzgerät den Netz-Wechselrichter automatisch auf Inselnetzbetrieb um, sodass der Betreiber die Energie der PV-Anlage weiter nutzen kann. Der Arbeitstitel des Projektes ist QUPS (Quasi Uninterruptable Power Supply).

Untersuchungen und Optimierung von Prüf- sowie Testprozeduren zur Qualitätssicherung und Normenharmonisierung an Photovoltaik-Stromrichtern – OPTINOS

Förderkennzeichen: 0327576; 0327576A
Laufzeit: 01.07.2006 – 30.06.2009
Zuwendungssumme: 3.234.339 €
Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V.

Kurzfassung: Um PV-Stromrichter in Funktion, Qualität und Betriebsverhalten vergleichen zu können, sind einheitliche Begriffsdefinitionen, Qualitätskriterien und standardisierte Prüfverfahren unabdingbar. Datenblatt- und Typenschildangaben sind wichtige Entscheidungshilfen für Handel, Planer, Handwerk und Kunden. ISET koordiniert das Verbundprojekt OPTINOS, in dem fast alle deutschen PV-Stromrichterhersteller, ein VDE Prüf- und Zertifizierungsinstitut und ein Prüfsystem Hersteller vertreten sind. ISET wird in Diskussion mit den Industriepartnern fundierte, im Labor erprobte Prüfprozeduren entwickeln, die in nationale und internationale Standardisierungsprozesse einfließen können. Damit soll das Projekt einen wesentlichen Beitrag zur Funktions- Qualitäts- und Leistungssicherung von PV-Systemen leisten.

Photovoltaik-Wechselrichter mit USV – (unterbrechungsfreie Stromversorgung) und PQ- (power Quality) Funktion

Förderkennzeichen: 0327582
Laufzeit: 01.06.2006 – 30.11.2009
Zuwendungssumme: 1.001.378 €
Projektpartner: Kostal Industrie Elektrik GmbH

Kurzfassung: Ein immer größer werdender Anteil des elektrischen Stromes wird durch regenerative Energien erzeugt und überwiegend dezentral ins Verbundnetz eingespeist. In Zukunft werden daher diesen dezentralen Energieerzeugern auch zunehmend Aufgaben zur Verbesserung der Netzqualität zufallen. In diesem Projekt werden Verfahren untersucht, wie diese Zusatzfunktionen bei Photovoltaik-Wechselrichtern realisiert werden können. Ausgehend von heute üblichen Wechselrichtern, wie sie Stand der Technik sind, werden Konzepte für z.B. Verbesserung der Spannungsqualität, Stützung und Entlastung der Netze auf der Niederspannungsebene und die Bereitstellung von Energie bei Netzausfall erstellt und untersucht.

Teilnahme eines deutschen Konsortiums an der IEA PVPS Task 11

Förderkennzeichen: 0327598A; 0327598B

Laufzeit: 01.09.2006 – 31.12.2010

Zuwendungssumme: 230.293 €

Projektpartner: Steca Elektronik GmbH (Koordinator); SMA Technologie AG

Kurzfassung: The scope of Task 11 is PV based hybrid generators that combine PV with other electricity generators and also energy storage systems. A particular focus is on mini-grid systems in which energy generators, storage systems and loads are interconnected by a "stand-alone" AC distribution network with relative small rated power and limited geographical area. The mini-grid concept has potential applications that range from village electrification in less developed areas to "power parks" that offer ultra-reliable, high quality electrical power to high tech industrial customers. These systems can be complex, combining multiple energy sources, multiple electricity consumers, and operation in both island (stand-alone) and utility grid connected modes. Steca leads the german consortium.

Photovoltaische Inselssysteme mit langlebigen Energiespeichersystemen auf Basis von Blei- und Lithium Ionen Batterien (PILEBI)

Förderkennzeichen: 0327656

Laufzeit: 01.06.2007 – 31.05.2010

Zuwendungssumme: 826.918 €

Projektpartner: Joint Solar Silicon GmbH & Co. KG (Koordinator);
Deutsche Solar Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Um die Attraktivität von solaren Inselssystemen zu erhöhen, fördert das Bundesumweltministerium ein Projekt zur Verbesserung geeigneter Energiespeicher. Im Vordergrund steht die Technologie zur Ladung der Batterien. Die Projektpartner Steca GmbH, Fraunhofer ISE und das Zentrum für Sonnenenergie und Wasserstoffforschung vergleichen dabei unterschiedliche Blei- und Lithium Batterietechnologien und entwickeln neue Ansätze zur Ladung von Batterien in Solarsystemen. Ergänzend dazu entwickeln sie Prototypen, die als universelle photovoltaische Ladesysteme unterschiedliche Batterietechnologien unterstützen können. Die innovativen Ansätze werden in Labor- und Feldtests mit herkömmlichen Verfahren verglichen.

Analyse des Betriebsverhaltens von Photovoltaik-Systemen: Leitung und Mitarbeit in der IEA PVPS Task 2

Förderkennzeichen: 0329640D

Laufzeit: 01.01.2006 – 29.02.2008

Zuwendungssumme: 212.646 €

Projektpartner: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.
(ZAE Bayern) – Abt. 3 – Thermosensorik und Photovoltaik

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Verbundprojekt: Dezentrale regenerative Energieversorgungsanlagen: Technische und wirtschaftliche Integration in den Netzbetrieb und Anpassung von Rahmenbedingungen – DINAR (Phase II)

Förderkennzeichen: 0329900D; 0329900E

Laufzeit: 01.04.2004 – 31.10.2007

Zuwendungssumme: 1.293.695 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) –
Verein an der Universität Kassel e.V. (Koordinator);
EUS Gesellschaft für innovative Energieumwandlung und -speicherung mbH

Kurzfassung: Das im Forschungsprojekt DINAR vom ISET entwickelte bidirektionale Energiemanagement Interface (BEMI) erweitert die Schnittstellenfunktion des Netzanschlusspunktes, um Verbraucher und Erzeuger im Verteilnetz für ein Energiemanagement zugänglich zu machen. Auf Basis zentraler Informationen, variable Strombörsenpreise, sowie dezentraler Informationen am Netzanschluss und vom Haushalt des Kunden entscheidet BEMI dezentral über optimierten Stromverbrauch und -erzeugung. Das Konzept wurde anhand von zwei Musterhaushalten praktisch erprobt und verifiziert. Die Einführung von Smart Metering ist die einmalige Chance, technische Intelligenz in die Nähe des Hauskunden zu bringen. Es liegt deshalb Nahe, Smart Metering und Energiemanagement im Sinne der BEMI-Strategie sinnvoll zu verknüpfen.

Verbundprojekt: Entwicklung eines universellen Managementsystems mit offener Systemarchitektur für DC-gekoppelte dezentrale technische Stromversorgungen – UESP

Förderkennzeichen: 0329922A; 0329922B

Laufzeit: 01.01.2003 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 3.040.971 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); Steca Elektronik GmbH

Kurzfassung: In Zusammenarbeit mit einem Firmenkonsortium unter der Leitung der Firma Steca wird das innovative Energiemanagementsystem "Universal Energy Supply Protocol UESP" für autonome PV-Hybridsysteme entwickelt.

UESP vereinfacht die Planung und Installation und führt gleichzeitig zu einem kostenoptimierten und zuverlässigen Betrieb des Systems. Basis des Konzepts ist ein zentrales Energiemanagementsystem EMS, das über ein standardisiertes Protokoll via CAN Bus mit den Systemkomponenten kommuniziert.

Das zentrale EMS kann ohne Konfigurations- und Programmieraufwand mit beliebigen Kombinationen von Stromgeneratoren, Energiespeichern und Verbrauchern zusammenarbeiten. Im Jahr 2008 wird je ein Demonstrationssystem für eine Umweltmessstation, einen Bündelfunkrepeater und ein Wohnhaus aufgebaut.

Verbundprojekt: Multifunktionale Photovoltaik-Stromrichter – Optimierung von Industrienetzen und öffentlichen Netzen

Förderkennzeichen: 0329943; 0329943A

Laufzeit: 01.06.2005 – 31.05.2009

Zuwendungssumme: 1.524.687 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V. – Bereich Anlagentechnik und Leistungselektronik (Koordinator); SMA Technologie AG

Kurzfassung: Der deutsche Markt für PV-Anlagen ist stetig gewachsen. Um das Marktvolumen ausbauen zu können, ist eine Kostensenkung bzw. ein Mehrwert durch einen erhöhten Kundennutzen der Anlagen erforderlich.

In diesem Verbundvorhaben werden die technischen und wirtschaftlichen Möglichkeiten für den Betrieb von PV-Stromrichtern mit Zusatzfunktionen zur Netzverbesserung untersucht und ein 100-kW-Prototyp mit folgenden Eigenschaften entwickelt:

- Verlustarme Netzeinspeisung des Solarstroms
- USV-Betrieb durch Kombination mit einem Speicher und Nutzung der Solarenergie während eines Netzausfalles
- Verbesserung der Spannungsqualität durch gezielte Beeinflussung von Spannungsform und Amplitude im Teilnetz
- Reduzierung von Spitzenlasten

Der Prototyp wird in einem Industrienetz getestet.

3.5 Alternativkonzepte

Im Rahmen der Projektförderung des BMU werden aktuell zwei Alternativkonzepte zu den bekannten Wafer- und Dünnschichttechnologien gefördert.

Konzentrierende Photovoltaik

Mit der konzentrierenden Photovoltaik wird versucht, durch den Einsatz hochwertiger und teurer Solarzellen, die unter konzentriertem Licht hohe Wirkungsgrade erzielen, Kostenvorteile zu erzielen.

Die Solarzellen bestehen dabei in der Regel aus übereinander gestapelten Verbindungshalbleitern wie Gallium-Indium-Phosphid, Gallium-Arsenid oder Germanium (Stapelzellen), die durch unterschiedliche Bandabstände für die Umwandlung eines bestimmten Teils des Farbspektrums zuständig sind und damit hohe Wirkungsgrade erreichen. Die Zellgröße beträgt oft nur ca. 0,5 cm². Spiegelelemente oder Linsen konzentrieren das Sonnenlicht auf die Zellfläche. Bei 500 – 1000 facher Konzentration können Zellwirkungsgrade über 40 % erreicht werden. Die hohen Wirkungsgrade und der geringe Materialverbrauch bei der Zelle lassen ein hohes Kostenreduktionspotenzial erwarten. Da sich nur direkte Strahlung konzentrieren lässt, ist die konzentrierende Photovoltaik nur für Regionen mit hoher direkter Sonneneinstrahlung geeignet. Die hochpräzise Nachführung erfordert entsprechende Tracker. Ob also die Einsparungen beim Halbleitermaterial die Kosten für zusätzliche Bauteile aufwiegen, müssen die kürzlich z.B. in Spanien angelaufenen Pilotprojekte zeigen. Fortschritte bei den optischen Systemen, bei der Nachführung und auch bei den Solarzellen haben in der jüngsten Vergangenheit zu einer Renaissance bei der konzentrierenden Photovoltaik geführt. Vor allem US-amerikanische und spanische Unternehmen drängen, oft unterstützt von Venture Kapital, auf den Markt. Unter den weltweit etwa 20 Firmen befinden sich zwei deutsche Unternehmen. Beide verwenden Fresnel-Linsen als Konzentrator und als Zellmaterial III – IV Halbleiter. Diese werden weltweit nur von zwei US-amerikanischen und einem deutschen Unternehmen



Konzentratormodule,
Quelle: Concentrix Solar GmbH



Montage von Konzentratormodulen,
Quelle: Concentrix Solar GmbH

hergestellt. Wirkungsgrade über 40 % werden von einem US-amerikanischen Unternehmen erzielt; das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesystem in Freiburg hält mit einem Wirkungsgrad von über 37 % den europäischen Rekord für Triple-Zellen.

Mit der Nachfrage nach konzentrierenden Photovoltaiksystemen steigt auch die Nachfrage nach Stapelsolarzellen. Die Prognosen deuten auf ein schnelles Wachstum hin.

Wichtige Ziele in der Zellproduktion der nächsten Jahre werden die Reduktion der Prozesskosten, Steigerung der Wirkungsgrade sowie Nachweis der Zuverlässigkeit und Langzeitfestigkeit sein. Die konzentrierenden Systeme müssen den geforderten Leistungsnachweis unter konzentriertem Licht erbringen, Zuverlässigkeit hinsichtlich Nachführung und Ver-

fügbarekeit zeigen und letztendlich beweisen, dass sie unter bestimmten Voraussetzungen besser als konventionelle PV Systeme sind.

Organische Solarzellen

Einen anderen Weg der Kostenersparnis verspricht man sich von der Entwicklung organischer Solarzellen. Diese Solarzellen stellen zwar im Gegensatz zu der oben beschriebenen konzentrierenden Photovoltaik keinen Hocheffizienzansatz dar, zeichnen sich aber durch einen sehr geringen Materialeinsatz und potentiell günstige Herstellungskosten aus.

Organische Solarzellen bestehen aus zwei Komponenten wie etwa zwei verschiedenen leitfähigen Kunststoffen oder einem Farbstoff, wie er in ähnlicher Form auch im Blattgrün vorkommt und einer Kohlenstoffmodifikation, den sogenannten Fullerenen. Ein solches Zweikomponentensystem wird in dünnen Schichten von nur wenigen hundert Nanometern auf einen Träger aufgebracht, elektrisch kontaktiert und mit einer Schutzschicht verkapselt.

Trifft nun Licht auf dieses Zweikomponentensystem, so werden von einer der Komponenten Elektronen abgegeben, während die andere Komponente diese Ladungs-

träger aufnimmt, wodurch eine elektrische Spannung entsteht, die dann genutzt werden kann.

Der Wirkungsgrad solcher Systeme liegt derzeit bei etwa 3 %, einzelne Forschergruppen berichten aber auch bereits von bis zu 5 %. Damit liegt die organische Photovoltaik zwar deutlich hinter anderen PV-Technologien, aber dennoch in einem Bereich, der bereits für die elektrische Versorgung von Kleingeräten ausreichen würde. Je nach Art des verwendeten Trägermaterials können organische Solarzellen auch flexibel gestaltet werden. Damit erscheint eine spätere Anwendung beispielsweise in Strom erzeugenden Jalousien oder Gerätegehäusen möglich.

Bei der organischen Photovoltaik handelt es sich um einen noch jungen Bereich der photovoltaischen Stromerzeugung, so dass die Forschung hier noch grundlegende Fragestellungen zu bearbeiten hat, bevor diese Technologie ihren Weg in eine flächendeckende Anwendung findet.

Verbundprojekt: Produktionstechnologien für die optisch konzentrierende Photovoltaik

Förderkennzeichen: 0327567

Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 2.379.500 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: In Projekt „Produktionstechnologien für die optisch konzentrierende Photovoltaik – ProKonPV“ werden produktionstechnologische Aspekte für das Konzept der FLATCON-Konzentratormodule entwickelt, untersucht und bewertet. Bisher wurden diese Module von Hand gebaut. Im Rahmen dieses Projektes wird erstmals eine Vielzahl von Modulen auf neuen Fertigungsanlagen hergestellt. Hierzu sind unterschiedliche Verbindungstechnologien und Herstellungsprozesse zu untersuchen und spezifisch zu bewerten. Aspekte wie Durchsatz, Stückkosten und vor allem Zuverlässigkeit im Produktionsprozess sowie in der Anwendung sind Fragestellungen die im Projekt untersucht werden. Die entwickelten Prozesse sollen sich auch zur industriellen Fertigung von einigen Megawatt an FLATCON-Modulen eignen.

Begleitforschung zur industriellen Umsetzung der FLATCON(R)-Technologie in großen Konzentration-Photovoltaik-Kraftwerken

Förderkennzeichen: 0327662

Laufzeit: 01.05.2007 – 31.10.2008

Zuwendungssumme: 642.623 €

Projektpartner: Concentrix Solar GmbH

Kurzfassung: Concentrix Solar GmbH ist eines der führenden Unternehmen im Bereich der Konzentration-Photovoltaik und befindet sich derzeit in der erfolgreiche Markteinführung der FLATCON®-Technologie. Ziel des Forschungsprojektes ist es, die gute Ausgangssituation von Concentrix zu halten und auszubauen. Das Projekt trägt dazu bei, dass durch systematische Prozessoptimierung in der Pilotfertigungslinie die fertigungs- und prozesstechnischen Grundlagen für die Großserienfertigung bereit gestellt werden. Durch die Begleitforschung zum ersten Kraftwerksprojekt in Castilla-La Mancha, Spanien, wird ein größtmöglicher Know-how Gewinn ermöglicht. Das beim Aufbau und der Installation des Kraftwerks bestehende Optimierungspotenzial wird durch systematische Untersuchungen und innovative Ansätze ausgeschöpft.

Herstellung Organischer Solarzellen durch Organic Vapour Phase Deposition (OVPD)

Förderkennzeichen: 0329927A; 0329927B; 0329927C

Laufzeit: 01.12.2003 – 30.11.2007

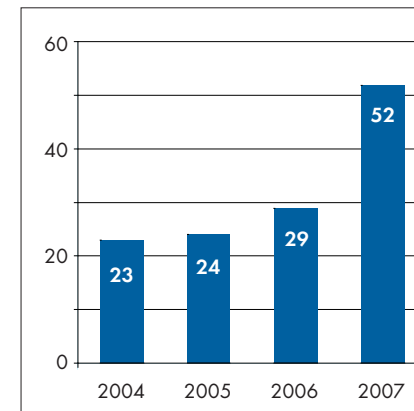
Zuwendungssumme: 3.496.464 €

Projektpartner: Hahn-Meitner-Institut Berlin Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Koordinator); AIXTRON Aktiengesellschaft; MERCK Kommanditgesellschaft auf Aktien

Kurzfassung: Im vorliegenden Projekt hat das Hahn-Meitner-Institut gemeinsam mit dem Anlagenbauer AIXTRON und dem Materialhersteller MERCK eine für die industrielle Fertigung relevante Beschichtungstechnik (Organic Vapour Phase Deposition) entwickelt, mit der auf großen Flächen und hohem Durchsatz organische Solarzellen aus kleinen Molekülen produziert werden kann. Gleichzeitig wurden mit dieser Technik innovative Zellkonzepte evaluiert. Schließlich wurde die Herstellung monolithisch verschalteter Module demonstriert. Damit sind alle technologischen Voraussetzungen geschaffen worden, um Organischen Solarzellen zu produzieren. Die erreichte Effizienz einer einfachen bulk heterojunction Solarzelle aus Cu-Phthalocyanin als Donator und C60 als Akzeptor beträgt 3 % bei 0.4 cm² Fläche.

4. Windenergie

In den letzten Jahren konnte durch das Bundesumweltministerium die Forschungsförderung des Bundes für die Windenergie wieder auf ein Niveau gesteigert werden, das ihrer Bedeutung unter den erneuerbaren Energien für die Stromerzeugung und ihrem Potenzial für den Klimaschutz entspricht. 2007 wurden rund 39,5 Mrd. kWh Strom durch Windenergieanlagen erzeugt. Der Anteil der Windenergie am deutschen Bruttostromverbrauch betrug damit 6,4 %. Während im Jahr 2000 nur drei Vorhaben zur Windenergieforschung bewilligt wurden, waren es im Jahr 2007 52 neue Vorhaben. Das Neubewilligungsvolumen stieg von einem Durchschnitt der Jahre 2004 bis 2006 in Höhe von 16,8 Mio. Euro jährlich auf 34,7 Mio. Euro im Jahr 2007. Das entspricht einem Anteil von 34 % am Neubewilligungsvolumen für die gesamte Forschung zu erneuerbaren Energien.

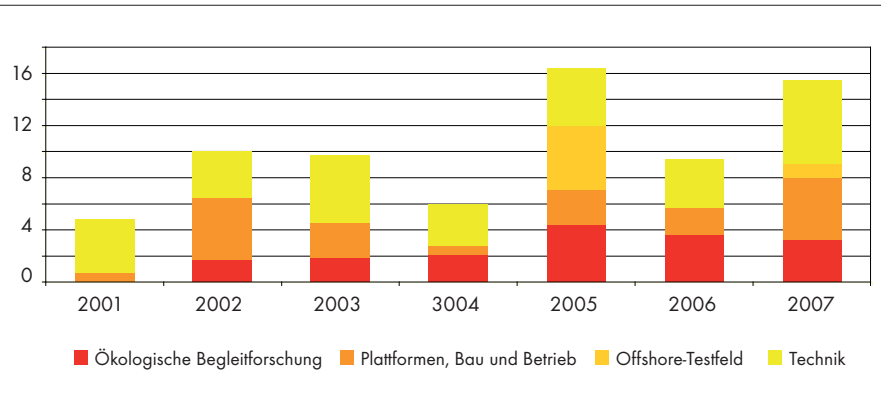


Entwicklung der Zahl jährlich neu bewilligter Forschungsvorhaben 2004 bis 2007

Inhaltlich traten in den letzten Jahren immer mehr Forschungsthemen zur Windenergienutzung auf See in den Vordergrund. Zunächst seit 2002 mit der ökologischen Begleitforschung zur Offshore Windenergienutzung, danach die BMU-Forschungsplattformen (FINO) und zunehmend auch Themen der Anlagentechnik, der Gründungen, Logistik und zur praktischen Erprobung von Windenergieanlagen (WEA) auf See.

Die Forschungsplattformen in Nord und Ostsee, FINO 1-3 bieten im internationalen Maßstab einmalige Möglichkeiten die Nutzungsbedingungen für WEA unter Hochseebedingungen systematisch zu untersuchen.

Eine neue Qualität der Windenergieforschung in Deutschland wird mit der BMU Forschungsinitiative RAVE (**R**esearch at **alpha ventus**) im deutschen Offshore Testfeld alpha ventus erreicht, das von einer Gesellschaft (DOTI GmbH) der Energieversorger EWE, Vattenfall und E.ON in unmittelbarer Nachbarschaft zur Forschungsplattform



Verteilung der durch die jeweils laufenden Forschungsprojekte jährlich verbrauchten Fördermittel auf Themengebiete, Quelle: BMU.

FINO 1 errichtet wird. Das BMU sieht für die technische Forschung im Rahmen von RAVE 45 Mio. Euro über einen Zeitraum von fünf Jahren vor. Für die ökologische Begleitforschung im Testfeld wurden weitere 5 Mio. Euro eingeplant. Bereits im Jahr 2005 wurde der Erwerb der

Rechte an dem Windtestfeld vom BMU mit 5 Mio. Euro gefördert, was den starken Anstieg des Mitteleinsatzes in 2005 ausmacht. Bis Ende 2007 wurde der wesentliche Teil der Forschungsaktivitäten im Testfeld bewilligt bzw. zur Bewilligung vorbereitet. Dabei waren mehr als in der übrigen Forschungsförderung komplexe inhaltliche und organisatorische Abstimmungen zwischen den Akteuren aus Industrie, Forschungseinrichtungen und Behörden notwendig und durch PtJ zu begleiten.

Die technische Forschung griff u.a. Themen zur Verbesserung der Multi-Megawatt WEA, der Verbesserung der Prognosegüte der Windstromeinspeisung ins Netz, der optimierten Wartung und Instandhaltung sowie der lastreduzierenden Regelung von WEA auf. Ziele sind die Kostensenkung und Steigerung der Zuverlässigkeit und damit die Erhöhung der Wettbewerbsfähigkeit der deutschen Windindustrie, die 2007 einen Branchenumsatz von 11,7 Mrd. Euro verzeichnen konnte.

Hinsichtlich der Netzintegration waren 2007 u.a. die Speicherung von Windstrom und die Erforschung optimierter Stromübertragungstechniken wichtige Forschungsthemen.

Im Offshore-Bereich traten Themen der Logistik und der Gründungen in den Vordergrund der Forschung außerhalb des Testfeldes. Dabei besteht ein enger Zusammenhang zwischen der konstruktiven Optimierung von Gründungen, ihrer Transport- und Montagefreundlichkeit an Land und auf See sowie der Entwicklung von angepasstem und leistungsfähigem Transport- und Montagegerät für die erwartete Installation von ca. 500 Gründungen und WEA pro Jahr in der Mitte des nächsten Jahrzehnts in den nordeuropäischen Seegebieten.

Immer höhere Leistungen der WEA im Multi-Megawatt Bereich bringen immer größere Rotordurchmesser und dadurch höhere Anforderungen an Materialien, Montagetechnik und die Aerodynamik mit sich. Deshalb ist auch das Rotorblatt ein aktueller Schwerpunkt der Förderung. Neben der Forschung zur Automatisierung von Herstellungsprozessen war der Bau eines akustisch optimierten Windkanals ein wichtiges Ergebnis im Jahr 2007. Die Entwicklung neuer Prüfmethodiken und Prüfstände für Rotorblätter und deren Komponenten als wesentlicher Teil des im Aufbau befindlichen Kompetenzzentrums Rotorblatt der Fraunhofer-Gesellschaft in Bremerhaven wird auch für die nächsten Jahre einen Schwerpunkt der Windenergieforschung bilden.

Die ökologische Begleitforschung dient dem umwelt- und naturverträglichen Ausbau der Windenergienutzung. Sie vereint die Ziele des Klimaschutzes und die des Naturschutzes und ist seit sechs Jahren Bestandteil der Windenergieforschung. Sie konnte 2007 auf hohem Niveau und in angemessenem Verhältnis zu den technischen Schwerpunkten der Windenergieforschung fortgesetzt werden.

Das Internationale Wirtschaftsforum Regenerative Energien (IWR) hat 2007 im Auftrag des BMU die Studie „Zur Windenergieforschung in Deutschland“ erstellt. Die Windenergieforschung in Deutschland ist durch viele dezentrale Einrichtungen gekennzeichnet. Die Autoren empfehlen, in Deutschland international sichtbare und schlagkräftige Akteure in der Windforschung schaffen. Dazu solle man an regionale Schwerpunkte anknüpfen und diese gezielt ausbauen. Das BMU strebt nun im Ergebnis der Studie an, im Dialog mit den betroffenen Akteuren und Bundesländern geeignete Handlungsoptionen zur Stärkung der Windenergieforschung in Deutschland zu entwickeln.

Im internationalen Maßstab beteiligen sich deutsche Institute rege an der EU-Technologieplattform Windenergie. Das BMU hat im Dezember 2007 mit den entsprechend



zuständigen Ministerien in Dänemark und Schweden eine Erklärung über die Zusammenarbeit in der Offshore-Windenergieforschung geschlossen. Im Rahmen des Agreements zur Windenergieforschung der Internationalen Energieagentur, IEA, arbeiten deutsche Institute an gemeinsamen Aufgaben der Teilnehmerstaaten zu Querschnittsfragen, zu Fragen der Windenergie in kalten Klimazonen, zur Offshore-Windenergienutzung und zur Netzintegration mit. Die internationalen Aktivitäten sind eng mit Fördervorhaben des BMU verzahnt.

Im Jahr 2008 ist eine Fortsetzung der Windenergieforschung auf dem Niveau des Vorjahres zu erwarten. Höhepunkte bilden u.a. die Errichtung von FINO 3, die Inbetriebnahme des Offshore-Testfeldes sowie die Aufnahme des Messbetriebes durch die begleitenden Forschungsvorhaben.

Die Forschungsplattform FINO 1 zeichnet seit 2003 Daten auf,
Quelle: BMU

4.1 Weiterentwicklung der Anlagentechnik

Zentrales Ziel der technischen Forschungsförderung ist es, die Kosten der Windenergieerzeugung weiter zu senken und so die Ausgangsbedingungen für den weiteren Ausbau Windenergie an Land (Onshore) und insbesondere auch auf See (Offshore) zu verbessern. Im Jahr 2007 entfielen ca. zwei Drittel der neu bewilligten Windenergie-Forschungsprojekte auf den Offshore-Bereich.

Die bis heute in Deutschland vorherrschende Technik der Windenergieanlagen ist bislang durch den vornehmlichen Landeinsatz (Onshore) geprägt. Die Technologieentwicklung war in letzter Zeit mit einem sprunghaften Wachstum der Rotordurchmesser (bis zu 120 m) sowie größeren Nabelhöhen (bis zu 160 m) und damit einer enormen Leistungssteigerung bis in den Multimegawattbereich (5 MW) verbunden. Die durchschnittliche Nennleistung neuer WEA stieg im Jahr 2007 auf über 1.800 kW, was mehr als eine Verzehnfachung im Vergleich zum Jahr 1990 bedeutet.

Die gesamte Bandbreite der technischen Forschung im Bereich der Windenergie erstreckt sich über die Entwicklung von kleinen Hybrid-WEA mit einer Nennleistung von etwa 5 kW, über Anlagen aus dem mittleren Leistungsbereich bis hin zu Offshore tauglichen Multi-Megawatt-WEA mit 5 MW Anlagennennleistung.

Insbesondere letztere stellen aufgrund Ihrer enormen Rotorblattgröße von ca. 60 m und deren aerodynamischer Auslegung immer höhere Anforderungen an Materialien, Montagetechnik und Aerodynamik.

Daher bildet die Rotorblattoptimierung neben den Forschungen zur Automatisierung von Herstellungsprozessen einen Schwerpunktbereich in der technologischen Windenergieforschung. Das Bundesumweltministerium förderte 2007 sowohl den Bau des „Kompetenzzentrums Rotorblatt“ der Fraunhofer-Gesellschaft in Bremerhaven (CWMT) als auch den des Windkanals der Deutschen WindGuard GmbH. Der akustisch optimierte Windkanal bietet gute Rahmenbedingungen für die aerodynamische und aeroakustische Optimierung verschiedenster WEA-Bauteile. Durch die Länge der Messstrecke von bis zu 14 Metern sind Untersuchungen an relativ großen Modellen und Originalsegmenten



Rotorblattmontage,
Quelle: Multibrid GmbH

von WEA möglich. Demgegenüber steht beim „Kompetenzzentrum Rotorblatt“ des CWMT die Entwicklung neuer Prüfmethodiken und Prüfstände für Rotorblätter und deren Komponenten im Vordergrund. Die Rotorblattforschung wird auch für die nächsten Jahre einen Schwerpunkt der technologischen Windenergieforschung bilden.

Um das übergeordnete Ziel der Kostensenkung und Ertragssteigerung zu erreichen, wurden im Jahr 2007 u.a. Themen zur Verbesserung der Multimegawatt WEA (Multibrid und REpower), der optimierten Wartung und Instandhaltung (EVW-Verband) sowie der lastreduzierenden Regelung von WEA (ISET und LTI) im Rahmen der technischen Forschung aufgegriffen. Bei der Firma Multibrid hatte das Bundesumweltministerium bereits die Entwicklung des ersten Prototyps der M5000 im Rahmen der Forschungsförderung unterstützt. Die Übergänge zwischen den Bereichen der reinen WEA-Technik und der Offshore-Forschung im Rahmen von alpha ventus (s. Abschnitt 4.5) sind dabei als fließend anzusehen.

Die Gewichtsoptimierungen und die Systemoptimierung im Rahmen innovativer WEA Designansätze steht sowohl bei der Firma Vensys (Entwicklung einer getriebelosen 2,5 MW Windturbine mit permanentmagneterregtem Hochleistungsgenerator), als auch bei der Firma Voith (Entwicklung eines hydrodynamischen Hochleistungsantriebes für Multimegawatt-WEA) im Mittelpunkt der Forschung und Entwicklung.

Technisch ist es in der Vergangenheit gelungen, die Entwicklung der WEA in Richtung Multimegawatt WEA bis 5 MW erfolgreich im Rahmen der Forschungsförderung voran zu treiben. In Bezug auf die Weiterentwicklung der Multimegawatt-WEA ist derzeit noch nicht abzusehen, bei welcher Anlagengröße das technische und wirtschaftliche Optimum erreicht sein wird. Daher ist für die nahe Zukunft die Entwicklung noch größerer WEA für den primären Offshore-Einsatz wahrscheinlich.

Die technische Forschungsförderung konnte bislang erfolgreich dazu beitragen, dass die Unternehmen der deutschen Windindustrie auch im internationalen Vergleich einen Spitzenplatz besetzen. In der Weiterentwicklung des Systems Windenergieanlage liegt auch zukünftig ein bedeutendes Potenzial im Hinblick auf die Einzelkomponenten und die Optimierung des Zusammenspiels dieser Komponenten zur Erreichung der Ziele, die Windenergie kostengünstig und zuverlässig auszubauen.

Akustisch optimierter Windkanal für die Forschung und Optimierung im Bereich der Windenergienutzung

Förderkennzeichen: 0327555

Laufzeit: 01.11.2005 – 28.02.2008

Zuwendungssumme: 753.278 €

Projektpartner: Deutsche Wind Guard GmbH

Kurzfassung: Mit dem Projekt „Akustisch optimierter Windkanal“ hat die Deutsche WindGuard GmbH eine Forschungseinrichtung speziell für die Windenergieindustrie geschaffen: Der Windkanal nach Göttinger Bauweise ist mit einer zweistufigen Düse ausgerüstet, das heißt es können Messungen in einem sehr großen Strömungsbereich vorgenommen werden. Die Testquerschnittsfläche von 5 bzw. 11 m² erlaubt Untersuchungen auch an relativ großen Modellen bzw. Original-Segmenten. Es wurden umfassende Maßnahmen zur Schallabsorption ergriffen, die neben der aerodynamischen auch die akustische Optimierung von Bauteilen ermöglichen. Ein Schwerpunkt der zukünftigen Windkanal-Untersuchungen wird auf der Entwicklung neuer Rotorblattprofile liegen, Ziel ist die Erhöhung der Leistungs- und Energieausbeute von Windenergieanlagen.

Automatisiertes Prüfsystem für Rotorblätter von Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0327556

Laufzeit: 01.10.2005 – 31.03.2008

Zuwendungssumme: 235.795 €

Projektpartner: IDASWIND Ingenieurgesellschaft mbH – Büro Berlin

Kurzfassung: Das durch das BMU geförderte Forschungsprojekt hatte die Entwicklung und Konstruktion eines autonomen Roboterprüfsystems zur Zielsetzung. Mit Hilfe dieses innovativen Systems, das sich mittels Saugfüßen auf der Oberfläche der Windkraftanlagenblätter bewegt, ist es nun erstmals möglich, unterschiedliche Oberflächenprüfungen und auch Analysen der inneren Blattstruktur vollständig und reproduzierbar an den Rotorblättern bereits errichteter Windenergieanlagen durchzuführen. Innerhalb der Projektlaufzeit wurde das ursprüngliche Konzept immer weiter optimiert und der Einsatz der optischen und thermographischen Bilderfassung erfolgreich getestet. Mit den erfolgreichen Probeläufen der finalen Roboterversion ist die Machbarkeit und Leistungsfähigkeit der Projektidee belegt worden.

Verbundprojekt: Werkstoffentwicklung für Windenergieanlagen im Multi-Megawatt-Bereich Offshore

Förderkennzeichen: 0327593; 0327593A

Laufzeit: 01.08.2006 – 31.01.2009

Zuwendungssumme: 739.335 €

Projektpartner: Siempelkamp Giesserei GmbH (Koordinator); Fraunhofer-Institut für Betriebsfestigkeit und Systemzuverlässigkeit (LBF)

Kurzfassung: Um die Kosteneffizienz von Offshore-Windkraftanlagen steigern zu können, sind höherfeste Werkstoffe mit ausreichender Duktilität und Bruchzähigkeit unerlässlich. Im Fokus stehen Eisengusswerkstoffe – für künftige Leistungsklassen deutlich über 5 MW –, die derzeit zu über 30 % zum Gondelgewicht beitragen. Einsparungen im Gondelgewicht multiplizieren über die Turmhöhe ihre Wirkung bis in die Gründungskosten. Neben der Werkstoffentwicklung wird gleichzeitig die Zertifizierung von Material und Bauteilauslegung durchgeführt.

DEBRA – Restfestigkeitsuntersuchung an Windenergieanlagen-Rotorblättern nach Erreichen der 20-jährigen Betriebszeit

Förderkennzeichen: 0327620

Laufzeit: 01.09.2007 – 28.02.2009

Zuwendungssumme: 199.401 €

Projektpartner: Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik (CWMT)

Kurzfassung: In der jungen Windenergiebranche liegen bis heute nur sehr begrenzte Erkenntnisse über das Langzeiterhalten der Rotorblätter im Betrieb vor. Um diesen Fragen nach zu gehen steht heute die im Jahre 1984 von der DFVLR gebaute Windenergieanlage DEBRA 25, nach einer Betriebszeit von 18 Jahren, für die Forschung zur Verfügung. Im Projekt DEBRA werden die Auswirkungen der vollen Betriebsbelastung auf die Restfestigkeit der Rotorblätter ermittelt. Daneben werden Materialproben Aufschluss geben über das Alterungsverhalten und die Feuchtigkeitsaufnahme des Glassfaserlaminats. Nicht zuletzt werden aus den umfangreichen Wetter- und Betriebsdaten, die während der gesamten Betriebszeit der DEBRA 25 Anlage aufgezeichnet wurden, wichtige Erkenntnisse für die Auslegung von Windenergieanlagen erwartet.

InnoBladeTeC – Entwicklung neuer Prüfmethode und Prüfstände für Rotorblätter und deren Komponenten als wesentlicher Bestandteil des Kompetenzzentrums Rotorblatt

Förderkennzeichen: 0327622

Laufzeit: 01.11.2006 – 31.12.2009

Zuwendungssumme: 6.997.650 €

Projektpartner: Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik (CWMT)

Kurzfassung: Für die Zulassung von Rotorblättern der zukünftigen Multimegawatt-Windenergieanlagen existieren nationale und internationale Vorschriften, die u.a. auch sehr aufwändige Versuche am gesamten Rotorblatt verlangen.

Das Ziel des InnoBladeTeC Projektes ist es, diese Rotorblatt-Prüfmethoden zu optimieren. Ergänzend werden die extremen Umwelbelastungen (z.B. die salzhaltige Luft) der zukünftigen offshore Standorte an kleinen Komponenten mit Hilfe von Klimakammern untersucht.

Die notwendigen Prüfstände werden entwickelt und aufgebaut, sie stellen einen wesentlichen Teil des sich im Aufbau befindenden Rotorblatt Kompetenzzentrums in Bremerhaven dar.

Verbundprojekt: Entwicklung eines innovativen, ertragsoptimierten und kostengünstigen Rotorblatts für Offshore – Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0327646; 0327646A; 0327646B; 0327646C

Laufzeit: 01.06.2007 – 31.05.2011

Zuwendungssumme: 2.280.421 €

Projektpartner: REpower Systems AG – Entwicklungszentrum Rendsburg (Koordinator); Institut für Kunststoffverarbeitung, Aachen; Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Statik und Dynamik; Hottinger Baldwin Messtechnik GmbH

Kurzfassung: Die REpower Systems AG erhielt Zuwendungsbescheide von der Bundesregierung für Forschung und Entwicklung der erneuerbaren Energien zur Förderung von folgenden Projekten:

- Weiterentwicklung von Offshore-WEA-Komponenten in Bezug auf Kosten, Langlebigkeit und Servicefreundlichkeit

- Entwicklung eines innovativen, ertragsoptimierten und kostengünstigen Rotorblattes

Das Ziel dieser Projekte ist es, den Stromertrag der REpower 5M zu steigern und die Kosten der Stromgewinnung von Offshore Windenergieanlagen zu senken. Weiterentwickelt werden müssen die Bereiche Rotorblatt, Getriebe, Regelungstechnik, SCADA, Netz und Logistik. Die Validierung der Weiterentwicklungen soll im Offshore Testfeld alpha ventus und in einem Nearshore Windpark erfolgen.

Verbundprojekt: Lastreduzierende Regelungsverfahren für Multimegawatt-Windkraftanlagen im Offshore-Bereich

Förderkennzeichen: 0327676; 0327676A; 0327676B

Laufzeit: 01.07.2007 – 30.06.2010

Zuwendungssumme: 1.508.301 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V. (Koordinator); ITi REEnergy GmbH; MULTIBRID Entwicklungsgesellschaft mbH

Kurzfassung: Ziel des Projektes ist es, ein für die Anlage M5000 zugeschnittenes, lastreduzierendes Regelungssystem zu implementieren und im Feld zu testen. Die für die Tests vorgesehene Anlage wurde im Juni 2008 errichtet. Ein Messsystem wurde entworfen und getestet. Numerische Simulationsmodelle für den Reglerentwurf wurden erstellt und erste Reglerentwürfe durchgeführt. Als weiterführende Forschungsarbeit wird am ISET ein Teststand für eine lastarmen Blattverstellung aufgebaut.

Neuentwicklung, Konstruktion und Test von Prüfeinrichtungen für die Multibrid M5000

Förderkennzeichen: 0327677

Laufzeit: 01.05.2007 – 30.04.2010

Zuwendungssumme: 303.618 €

Projektpartner: MULTIBRID Entwicklungsgesellschaft mbH

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung von mehreren innovativen Prüfständen für die Hallentests der Multibrid M5000 Windenergieanlage. Mit den Prüfeinrichtungen können einzelne Teile der Windenergieanlage bereits vor der Komplettmontage auf ihre Funktionsfähigkeit getestet werden.

Die Prüfvorrichtungen können die Montagezeit der Anlage verkürzen und gleichzeitig die Kosten für die Montage durch die kürzere Montagezeit senken. Um den extrem hohen Anforderungen auf hoher See gerecht zu werden, müssen die Windenergieanlagen eine äußerst hohe Zuverlässigkeit besitzen, die im Vorfeld zwingend geprüft werden muss.

Verbundvorhaben: Modellbasierte Entwicklung von Windenergieanlagen – MBE-Wind

Förderkennzeichen: 0327681; 0327681A; 0327681B

Laufzeit: 01.11.2007 – 31.10.2010

Zuwendungssumme: 719.462 €

Projektpartner: Institut für Mechatronik e.V., IfM (Koordinator); Nordex Energy GmbH; TÜV Nord SysTec GmbH & Co. KG

Kurzfassung: In dem Projekt MBE-Wind wird auf der Basis des MKS-Tools alaska eine Werkzeugkette für Modellierung und Simulation von WEA entwickelt. Damit können Belastungen der Anlage mit einer an die WEA-Spezifik angepassten Technologie je nach Fragestellung mit Modellen unterschiedlicher Tiefe berechnet werden.

Das allgemeine MKS-Tool wird dabei nur zur Erweiterung der Modelle benötigt. Die Nutzung der Modelle erfolgt über ein spezielles Interface. Damit wird der Lastrechnungs-Technologie der Branche entsprochen und gleichzeitig steht der volle Leistungsumfang des allgemeinen MKS-Tools für eine Erhöhung der Modellierungstiefe zur Verfügung. Die praktische Relevanz der entwickelten Technologie wird in dem Projekt durch eine Validierung mit Experimenten und durch Simulation gesichert.

Verbundprojekt: Einführung eines teilautomatisierten Preforming-Verfahrens für die reproduzierbare Fertigung von Rotorblättern für Windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0329926A; 0329926B

Laufzeit: 01.10.2005 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 870.495 €

Projektpartner: Abeking & Rasmussen Rotec GmbH & Co. KG (Koordinator); Bremer Institut für Konstruktionstechnik (BIK)

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Verbundprojekt: Entwicklung einer getriebelosen 2,5 MW Windturbine mit permanentmagneterregtem Hochleistungsgenerator

Förderkennzeichen: 0329953B

Laufzeit: 01.05.2004 – 30.04.2008

Zuwendungssumme: 547.531 €

Projektpartner: VENSYS Energy AG

Kurzfassung: Für die Gewinnung elektrischer Energie aus Wind auf See werden zur Zeit große Offshore-Windenergieanlagen entwickelt oder Prototypanlagen aufgebaut, für die ein erheblicher technischer und wirtschaftlicher Druck erwartet wird. Durch die anwendungsorientierte Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet permanentmagneterregter Vielpolgeneratoren soll hier ein technischer und wirtschaftlicher Fortschritt erzielt werden. Der Generator und die Struktur soll in den Massen und Abmessungen soweit optimiert bzw. reduziert werden, so dass getriebelose Windenergieanlagen in offshore-tauglicher gekapselter Form möglich werden, die mit den heutigen Großwindkraftanlagen von 3 bis 5 MW mit Getrieben wettbewerbsfähiger werden. Hierzu wurde ein Anlagenkonzept mit einem 2,5 MW Hochleistungsgenerator entwickelt.

Verbundprojekt: Neue Generation von Regelungssystemen für große Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0329956A; 0329956B

Laufzeit: 01.10.2004 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 961.344 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V. – Bereich Energiewandlung und Regelungstechnik (Koordinator); LTi REEnergy GmbH

Kurzfassung: Im Rahmen des Projektes werden Regelungsverfahren für die Blattverstellung zur strukturellen Entlastung von drehzahlvariablen Windenergieanlagen entwickelt und getestet. Der Schwerpunkt liegt dabei auf der Untersuchung robuster Entwurfsverfahren für solche Regelungen.

Untersucht werden die aktive Turmschwingungsdämpfung durch kollektive Pitchwinkel-Verstellung sowie die Kompensation von Nick- und Giermomenten durch die über einzelne Rotorumdrehungen zyklische Pitchwinkel-Verstellung.

Die im Projekt entwickelten Regelungsalgorithmen werden zunächst anhand numerischer Simulationen auf ihre Funktion getestet und ggf. optimiert. Anschließend erfolgt die Implementierung der Regelung in einen Hardware-in-the-Loop – Teststand, wo das Verhalten von Pitch-Antrieben in Echtzeit untersucht wird.

Verbundprojekt: Ermittlung designrelevanter Belastungsparameter für WEA in der Deutschen Bucht auf Basis der FINO-Messdaten

Förderkennzeichen: 0329961A; 0329961; 0329961B

Laufzeit: 01.04.2005 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 200.430 €

Projektpartner: DEWI GmbH – Deutsches Windenergie-Institut (Koordinator); Forschungszentrum Karlsruhe GmbH – Institut für Meteorologie und Klimaforschung – Atmosphärische Umweltforschung; DEWI-OCC Offshore and Certification Centre GmbH

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Verbundprojekt: Entwicklung eines elektromechanischen Hochleistungsantriebes für Windenergieanlagen der Multi-Megawatt-Klasse (90 m-Klasse)

Förderkennzeichen: 0329981

Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2007

Zuwendungssumme: 157.143 €

Projektpartner: Voith Turbo GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Voith und NORDEX führten ein Entwicklungsprojekt durch, das sich mit Konzept und Entwicklung eines elektromechanischen Hochleistungsantriebes für Windenergieanlagen in der Leistungsklasse von ca. 3 MW mit einem Rotordurchmesser von 90 bis 100 Metern befasst. Dieses neuartige Triebstrangkonzzept ermöglicht die Nutzung des technisch und wirtschaftlich vorteilhaften, drehzahlvariablen Anlagenbetriebes unter Nutzung eines direkt ins Netz gekoppelten Synchrongenerators (konstante Drehfrequenz) auf Mittelspannungsebene. Die dafür erforderliche Drehzahlwandlung erfolgt im hydrodynamischen Überlagerungsgetriebe, genannt WinDrive. Die spezifische parabolische Kennlinie des WinDrive entspricht der Charakteristik einer Windturbine und reduziert so die Betriebslasten gegenüber bestehenden Systemen.

Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm (WMEP) zur Fördermaßnahme "250 MW-Wind" – Abschlussphase zur Systematisierung und Bewertung der über zehnjährigen Betriebserfahrungen

Förderkennzeichen: 03W0001J

Laufzeit: 01.07.2004 – 31.03.2007

Zuwendungssumme: 1.878.837 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V.

Kurzfassung: Das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) förderte mit dem Breitentestprogramm "250 MW Wind" die Einführung der Windenergienutzung in Deutschland. Um die Wirkung dieser Maßnahme zu verstärken und auch für die Weiterentwicklung der Windenergietechnik nutzen zu können, wurde vom Institut für Solare Energieversorgungstechnik e. V. (ISET), Kassel, ein begleitendes "Wissenschaftliches Mess- und Evaluierungsprogramm" (WMEP) durchgeführt. Mit diesem Programm wurden die Betriebserfahrungen einer statistisch relevanten Stichprobe von Windenergieanlagen im bestehenden deutschen Stromversorgungsnetz gesammelt und ausgewertet sowie zukünftige Nutzungspotenziale der Windenergie eingeschätzt.

4.2 Netzintegration der Windenergie und Optimierung der Energiesysteme

Der Netzintegration der erneuerbaren Energien wird innerhalb der Forschungsförderung in den letzten Jahren eine steigende Priorität zugewiesen, da sowohl die stark wachsende Photovoltaik wie auch die bereits gut etablierte Windenergie fluktuierende Netzeinspeiser darstellen. In Summe betrug der Anteil der Einspeisung aus PV und Wind 2007 knapp 50 % aller erneuerbaren Energien, wodurch an einen stabilen Netzbetrieb deutlich höhere technische Anforderungen gestellt werden. Gegenwärtig sind die Stromnetze den Ausbauzielen von 25 bis 30 % erneuerbaren Energien im Stromsektor bis 2020 noch nicht gewachsen, zumal sich durch den künftigen Offshore-Ausbau eine hohe lokale Konzentration und eine hohe Erzeugung in Norddeutschland abzeichnet. Im Jahr 2007 hat das BMU acht neue Vorhaben mit einem Gesamtvolumen von 2,8 Mio. Euro bewilligt und laufende Projekte mit 1,3 Mio. Euro Zuwendung kofinanziert.

Auf nationaler Ebene wird eine Reihe von Konzepten erprobt, die alle am Ziel einer einfachen Integration großer Stromanteile aus erneuerbaren Energiequellen orientiert sind. Neben dem Ausbau der Stromnetze können die bestehenden Freileitungen bei entsprechender Überwachung (Temperaturmonitoring) zumindest in Starkwindzeiten auch stärker belastet werden. Durch Variation von Spannung und Frequenz, den Übergang von Wechselstrom auf Hochspannungsgleichstromübertragung und durch verbesserte Kabeltechnologien sind noch Optimierungspotenziale vorhanden. An diesen Punkten setzen mehrere Vorhaben an, um diese Potenziale zu nutzen. Weitere Ansätze orientieren sich an der Produktions- und Nachfrageseite. So sollen bspw. Kunden über Preissignale dazu bewegt werden, ihren Strombedarf an der Verfügbarkeit regenerativer Energiequellen zu orientieren. Konkret bedeutet dies, Haushaltsaktivitäten in Zeiten hohen Wind- und oder Sonnenangebots zu verschieben. Ebenso ließen sich Verstetigungseffekte erzielen, wenn regelbare Erzeuger wie Wasserkraft oder Biomasse im Verbund mit fluktuierenden und konventionellen Erzeugern an einem bedarfsorientierten Erzeugungsmanagement teilnahmen (virtuelles Kraftwerk). Eine bedeutende Rolle in virtuellen Kraftwerken spielen auch alle Formen von Energiespeichern, die von Batterien bei kleineren Insellösungen bis hin zu sehr großen Pumpspeicherkraftwerken reichen können.

Bei den Stromnetzen sind die Übertragungsnetzbetreiber über die Netzsparte der Versorger Vattenfall, E.On, EnBW und RWE wichtige Partner, die durch Unternehmen wie die EWE Oldenburg oder MVV Mannheim ergänzt werden. Entscheidende Impulse zur Steuerung der Nachfrage wie auch zur Verknüpfung verschiedener Erzeuger zu virtuellen Kraftwerken gehen von der Forschung am Institut für Solare Energietechnik, ISET, in Kassel aus.

Wichtige Meilensteine auf dem Weg zu einer Versorgung mit hohen Anteilen EE-Strom waren in den letzten Jahren die Entwicklung eines bidirektionalen Strommanagers (BEMI), mit dessen Hilfe Lasten beim Verbraucher automatisch verschoben werden können wie auch das von den Unternehmen Schmack Biogas, Enercon und der Deutschen Solar entwickelte virtuelle Kraftwerk, welches im Maßstab 1 zu 10.000 eine Vollversorgung Deutschlands mit erneuerbaren Energien präsentiert hat. Eine Kombination aus Stromnachfrage und -angebot, die über eine gemeinsame IKT-basierte Schnittstelle verfügt, wird künftig in sechs E-Energy-Forschungsverbänden untersucht. Die Vorhaben werden dabei sowohl vom BMWi wie auch vom BMU gefördert (s. a. www.e-energie.info).

In einem Verbund von acht Partnern wird seit Mitte 2008 in einem Flottenversuch mit Hybridfahrzeugen untersucht, inwieweit die prognostizierte Nutzung von (teil-)elektrisch betriebenen Fahrzeugen dazu beitragen können, die Effizienz der Einbindung regenerativen Stroms zu erleichtern wie auch die künftigen Mobilitätsbedürfnisse zu befriedigen und dabei gleichzeitig unabhängiger von teuren und ggf. unsicheren Importen von fossilen Energieträgern zu werden.

Kombination europäischer Wettervorhersagemodelle zur Reduktion des Vorhersagefehlers von Windstromertragsprognosen

Förderkennzeichen: 0327554
Laufzeit: 01.09.2005 – 31.08.2007
Zuwendungssumme: 134.426 €
Projektpartner: Energy & Meteo Systems GmbH

Kurzfassung: Vorhersagen der Windstromeinspeisung sind für Netzbetreiber unverzichtbar für das Management von 23 GW installierter Windleistung im deutschen Stromnetz. Hauptursache für Vorhersagefehler sind die zugrundeliegenden numerischen Wettervorhersagen. Die Grundidee des Projekts liegt in der Kombination der wesentlichen europäischer Wettermodelle. In dem Projekt wurden die Stärken und Schwächen der einzelnen Wettermodelle bestimmt. Dabei zeigt sich, dass einzelne Windleistungsvorhersagen charakteristische Abweichungen in bestimmten Wetterlagen aufweisen. Das entwickelte Verfahren findet die optimale situationsaufgelöste Kombination der eingehenden Windleistungsprognosen. Die in diesem Kontext entwickelte Software wurde beim Transportnetzbetreiber RWE implementiert.

Wetterlagenabhängige Unsicherheit regional hochaufgelöster On- und Offshore Windleistungsvorhersagen

Förderkennzeichen: 0327554A
Laufzeit: 01.09.2007 – 28.02.2010
Zuwendungssumme: 132.527 €
Projektpartner: Energy & Meteo Systems GmbH

Kurzfassung: In dem Projekt „Kombination europäischer Wettervorhersagen zur Reduktion des Vorhersagefehlers von Windstromertragsprognosen“ konnte durch die Kombination von Vorhersagen europäischer Vorhersagemodelle der Vorhersagefehler um 20 % reduziert werden.

Eine wichtige zusätzliche Information stellt die Vorhersageunsicherheit für extreme Wetterlagen mit großem Fehlerpotential dar.

Dies gilt insbesondere für regional hoch aufgelöste Vorhersagen wie Netzknoten oder Offshore-Windparks, die zukünftig eine wichtige Rolle spielen werden.

Ziel dieser Erweiterung ist es daher auf Basis der Methoden des Projektes „Kombi-Vorhersage“ ein operationelles Verfahren zu entwickeln, dass die Unsicherheit in Abhängigkeit von der Wetterlage angibt.

Integration von Windenergie in ein zukünftiges Energiesystem unterstützt durch Lastmanagement

Förderkennzeichen: 0327577

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 175.133 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Kurzfassung: Das Projekt verfolgt das Ziel, Strategien für eine optimale Integration der Windenergie unter den Kriterien Erzeugungskosten und CO₂-Vermeidung zu identifizieren. Dabei werden die Auswirkungen und Kosten, die bei der Integration der Windenergie auftreten, detailliert analysiert. Darüber hinaus werden bestehende regionale Potenziale eines Lastmanagements der Stromverbraucher identifiziert, um diese für die Bereitstellung von Regelleistung sowie zur Reduktion von Netzengpässen zu nutzen. Dabei wird zum einen das Übertragungsnetz und die Offshore-Einspeisung in der Nordsee und zum anderen ein beispielhaftes Verteilnetz betrachtet. Die erzielten Ergebnisse sollen die Voraussetzungen für die Entwicklung marktfähiger Technologien zur Implementierung von Lastmanagementprogrammen schaffen.

Deutscher Windmonitor

Förderkennzeichen: 0327584

Laufzeit: 01.08.2006 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 876.333 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) –
Verein an der Universität Kassel e.V.

Kurzfassung: Das Vorhaben „Deutscher Windmonitor“ verfolgt mehrere Teilziele:

- Die Entwicklung der Windenergienutzung in Deutschland mit besonderem Augenmerk auf die Technik-, Markt- und Kostenentwicklung für Politik und Öffentlichkeit transparent und objektiv darstellen.
- Die Integration der fluktuierenden Windleistung in das elektrische Energieversorgungssystem unterstützen, indem in Kooperation mit der Universität Kassel und der Karl-von-Ossietzky Universität Oldenburg ein neues Verfahren zur Kurzfrist-Prognose mit Berücksichtigung aktueller und kurzfristiger Veränderungen des Windfeldes entwickelt wird. Hierfür wird die gesamte Messdatenerfassung und -verarbeitung des bestehenden ISET-Windmessnetzes an die Anforderungen für die Kurzzeitprognose angepasst.

Innovative Konzepte für die Entwicklung der elektrischen Infrastruktur zur system- technischen Einbindung großer Kapazitäten erneuerbarer Energie

Förderkennzeichen: 0327606

Laufzeit: 01.02.2007 – 30.04.2010

Zuwendungssumme: 544.516 €

Projektpartner: Universität Duisburg-Essen – Fakultät für Ingenieurwissenschaften – FG
Energietransport und -speicherung

Kurzfassung: Die in der Nord- und Ostsee geplanten Offshore-Windparks müssen an das Stromnetz an Land angeschlossen werden. Mehrere dieser Windparks sollen eine gemeinsame Seekabelverbindung verwenden (Offshore-Sammelschienenkonzept). Um Leistungen von bis zu 2000 MVA effizient, verlässlich und kostengünstig zu übertragen, wird eine auf der HVAC-Technik (High Voltage Alternating Current) beruhende Übertragungsmethode vorgeschlagen. Eine geschickte Phasenordnung der Ströme bewirkt ein sehr vorteilhaftes Übertragungsverhalten. Diese „Bipolare Mehrphasensysteme“ ermöglichen im Vergleich zu HVDC oder konventionellen HVAC-Systemen die Einspeisung hoher Leistungen in das Stromnetz bei geringen Übertragungsverlusten, hoher Flexibilität und geringen Umweltbeeinträchtigungen.

Netzintegration von Offshore Großwindanlagen – Grundlast von der Nordsee

Förderkennzeichen: 0327628

Laufzeit: 01.12.2006 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 433.271 €

Projektpartner: Technische Universität Clausthal – Fakultät für Mathematik/Informatik
und Maschinenbau – Institut für Maschinenwesen

Kurzfassung: Ausgehend von dem Ziel der Bundesregierung, die Stromerzeugung aus Windenergie in den nächsten Jahren auszubauen, soll diese verstärkt auf See erzeugt werden. Eine Herausforderung ist die Integration der Windstrommengen in das Stromnetz an Land. Aus unterschiedlichen Gründen (Naturschutz, Tourismus) bietet sich die Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ) zur Netzverbindung an. Die TU Clausthal hat ein Konzept entwickelt, um den Mehraufwand bei dieser Methode auszugleichen. In diesem Konzept sind unterschiedliche Ressourcen wie Schwachgas und Kavernen als lokale Energiespeicher vorgesehen. Dies führt durch gleichmäßige Energieverfügbarkeit zu einer Steigerung des Stromertrages aus Windenergie bei gleichzeitiger Senkung der Kosten und Gewährleistung eines umweltverträglichen Ausbaus.

Verbundprojekt: Druckluftspeicher zur Energiespeicherung in stillgelegten Salzbergwerken und Stabilisierung der Gruben Hohlräume

Förderkennzeichen: 0327637A; 0327637B
Laufzeit: 01.12.2006 – 30.11.2008
Zuwendungssumme: 163.487 €
Projektpartner: Evonik New Energies GmbH (Koordinator); Kali-Umwelttechnik GmbH vorm. Kaliforschungsinstitut

Kurzfassung: Durch die steigende Einbeziehung regenerativer Energiequellen in die deutsche Stromversorgung mit ihren oftmals stochastischen Einspeisungen in das Netz hat der Regelenergiebedarf eklatant zugenommen. Diese Regelenergie kann mit thermischen Kraftwerken und mit Wasserkraft dargestellt werden. Pumpspeicherwerke zur Spitzenlastabdeckung und Speicherung relativ großer Energiemengen sind sehr teuer und nehmen Landschaft und Natur erheblich in Anspruch. Stillgelegte Salzbergwerke sind bereits in beträchtlicher Größenordnung vorhanden und ihre Nutzung als Energiespeicher in Form von Druckluft ist mit keiner weiteren Belastung für die Umwelt verbunden. Es fallen keine Salzlösungen durch die Solung von Hohlräumen an. Die Studie untersucht die geol., technische und wirtschaftliche Machbarkeit.

Entwicklung einer neuartigen integrierten Schaltanlagentechnologie zur Anbindung von Offshore-Windparks mit Hochspannungs-Gleichstrom

Förderkennzeichen: 0327648
Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 448.281 €
Projektpartner: IPL Technology GmbH

Kurzfassung: Die Firma IPL Technology GmbH entwickelt ein innovatives Konzept einer Hochspannungs-Gleichstromanlage für die Netzanbindung von Offshore-Windparks. Das neue Konzept zielt auf eine Kosten und Bauraum sparende Verknüpfung bisher separater Bauteile in einem Modul und heißt "Integrated Power Link" (IPL). Im Vorhaben sollen ein Wechselstrom/Gleichstrom-Wandler und ein Gleichstrom/Wechselstrom-Wandler mit kurzer Gleichstrom-Kabelverbindung aufgebaut werden, um praxisnah die Funktionsfähigkeit des Lösungsansatzes zu demonstrieren. Eine solche Konfiguration soll künftig platzsparend und kostengünstig die Anbindung von Offshore-Windparks ermöglichen. Außerdem wird eine insbesondere für den Offshore-Bereich wichtige Erhöhung der Zuverlässigkeit des Gesamtsystems erwartet.

Verbundvorhaben: Integration großer Offshore-Windparks in elektrische Versorgungssysteme

Förderkennzeichen: 0329924B; 0329924C; 0329924D
Laufzeit: 01.02.2004 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 1.139.883 €
Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V. (Koordinator); Universität Kassel – Fachbereich 16 Elektrotechnik/Informatik; Vattenfall Europe Transmission GmbH

Kurzfassung: Unter Leitung des Instituts für Solare Energieversorgungstechnik e.V. haben sich der Windenergieanlagenhersteller ENERCON, die beiden Übertragungsnetzbetreiber E.ON und Vattenfall Europe, die Universität Kassel und der Deutsche Wetterdienst zusammengefunden, um die anstehenden technischen Probleme bei der Einbindung großer Offshore-Windparks in die elektrische Energieversorgung zu untersuchen. Übergeordnetes Ziel ist die Erarbeitung von Strategien, Methoden und Konzepten sowie die Entwicklung von Hard- und Software zur Optimierung der Netzauslastung und Netzsicherheit. Mit dem Test dieser Komponenten soll gezeigt werden, wie durch fortschrittliche Betriebsführungskonzepte und Informationstechnologien auch größere Windleistungen in Versorgungssysteme integriert werden können.

Integration großer Offshore-Windparks in elektrische Versorgungssysteme

Förderkennzeichen: 0329924F
Laufzeit: 01.02.2004 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 1.065.324 €
Projektpartner: WRD Wobben Research and Development GmbH

Kurzfassung: Ziel des Verbundvorhabens ist die Zusammenfassung von Offshore-Windparks zu einem Cluster im GW-Bereich zur optimierten Einbindung dargebotsabhängiger Erzeugung in elektrische Versorgungssysteme. Ein Windpark-Cluster-Management System (WP-CMS) hat dabei die Aufgabe, Windparks zum Zwecke einer optimalen Netzbetriebsführung zusammenzufassen. Die WRD hat eine Windpark Regelungs- und Betriebsführungseinheit (WP-RBE) als echtzeitfähige Systemebene entwickelt, die eine Integration einzelner WEA zu einem zentralen Knoten darstellt und mehrere Windparks automatisierungstechnisch als Kraftwerk zusammenfasst. In einem Pilotprojekt wurden zwei Enercon-Windparks durch eine WP-RBE in ein WP-CMS eingebunden. Der Betrieb der WEA in Zusammenspiel mit dem Netzbetriebsführungssystem des ÜNB wurde getestet.

4.3 Offshore-Gründungen und Logistik

Die beiden Themen Offshore-Gründungen und Logistik auf See hängen eng zusammen und werden deshalb in einem Abschnitt dargestellt. Neue Schwerpunkte der Gründungsforschung lagen 2007 bei der Optimierung aufgelöster Gründungsstrukturen im Forschungsverbund OGOWIN und der theoretischen und experimentellen Untersuchung des Einbettungsverhaltens von Gründungspfählen im Forschungsverbund „Boden-Pfahl Wechselwirkungen“.



Ziel des Verbundes OGOWIN ist es u.a. Voraussetzungen für die Serienproduktion von aufgelösten Gründungsstrukturen zu schaffen. Bei den mehreren hundert Tonnen schweren Stahlkonstruktionen kann durch moderne Berechnungsmethoden und die Verbesserung der Verbindungsstücke in großem Umfang Material eingespart werden und die Montagefreundlichkeit erhöht werden. Dazu sollen Verbindungsstücke aus Guss eingesetzt werden, die es gestatten, Gründungen aus Fertigteilen baukastenähnlich zusammensetzen. Dabei muss sichergestellt werden, dass die Konstruktionen über mindestens 20 Jahre Wind und Wellen standhalten. Gleichzeitig werden Aspekte der Logistik für den Bauprozess auf See bei der Auslegung der Gründungen berücksichtigt. Der Forschungsverbund wird von der Weser-Wind GmbH koordiniert. Der Windenergieanlagen-Hersteller REpower Systems AG, die Offshore-Baufirma HOCHTIEF Construction AG und der Großröhren-Hersteller EUROPIPE GmbH sollen die Voraussetzungen für eine kostengünstige und zeitsparende Serienfertigung schaffen. Flankiert wird das Projekt durch theoretische und praktische Unterstützung verschiedener Forschungseinrichtungen, wie dem Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik (CWMT), dem Institut für Statik und Dynamik der Leibniz Universität Hannover (ISD) und der Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) in Berlin. Im Februar 2007 wurde das Vorhaben in einem öffentlichen Workshop in Berlin präsentiert. Erste Ergebnisse flossen in den Bau der im Frühjahr in Bremerhaven errichteten onshore Jacket-Testgründung mit einer REpower 5M Anlage ein.

Seetransport der Fundamente für den
Windpark alpha ventus;
Quelle: Stiftung Offshore
Windenergie / Multibrid 2008



Im Forschungsverbund „Boden-Pfahl Wechselwirkungen“ arbeiten unter Koordination der Universität Karlsruhe die TU Berlin, die BAM und der Germansiche Lloyd zusammen, um die bisher rein empirisch begründeten Bemessungsmethoden von Gründungspfählen auf eine wissenschaftliche Grundlage zustellen. Dazu werden theoretische Modelle der Einbettung der Gründungsrohre in den Meeresboden entwickelt und getestet, Belastungsversuche an Meeresböden im Labor durchgeführt und später Daten des realen Verhaltens von Gründungspfählen aus dem Offshore Testfeld alpha ventus einbezogen. Ziel ist es auch hier, zu einer Optimierung im wechselseitigen Zusammenhang zwischen Materialeinsatz und Standsicherheit zu kommen und die Erkenntnisse in neue Zertifizierungsrichtlinien einfließen zu lassen.

Das Forschungsvorhaben GIGAWIND der Universität Hannover ist eines der ersten von der Bundesregierung geförderten Forschungsvorhaben im Bereich der Offshore-Windenergie. Es wurde im Jahr 2000 begonnen und im April 2007 mit dem 5. GIGAWIND Symposium in Hannover erfolgreich abgeschlossen. Dort wurden die Ergebnisse vor 150 Teilnehmerinnen und Teilnehmern aus Industrie, Verwaltung und

Wissenschaft vorgestellt und diskutiert. Die GIGAWIND-Symposien haben sich seit 2001 zu einem wichtigen Treffpunkt für Windenergieforscher entwickelt. Ziel des Projekts war es, die theoretischen Grundlagen für die bautechnische Bemessung von Offshore-Windenergie-Anlagen und deren Gründungen zu verbessern. Darüber hinaus sollten umweltrelevante Fragen untersucht werden. Die Wissenschaftler entwickelten zunächst theoretische Modelle, anhand derer sie die Auswirkungen von Wind- und Wellenlasten auf die Anlagen berechneten.

Im zweiten Schritt überprüften und korrigierten sie ihre Ergebnisse anhand von empirischen Daten, die auf der BMU-Forschungsplattform „FINO 1“ und auf dem

5 MW-Anlage M 5000 auf einem Tripod-Testfundament, Quelle: Multibrid GmbH

vom Energieversorger E.on errichteten Messmast „Amrumbank“ in der Nordsee erhoben worden waren. Auf dieser Grundlage wurde eine Software entwickelt, die ermitteln kann, welchen Lasten die Anlagen im Meer standhalten müssen. Aus den Berechnungen wurden Empfehlungen abgeleitet, welche Art von Gründungstypus (Jacket, Tripod, Monopile) unter bestimmten Bedingungen, wie Wassertiefe oder Strömung sinnvoll sein kann. Außerdem wurden intensive theoretische Untersuchungen zur Haltbarkeit der Materialien durchgeführt. So kann die Lebensdauer von Offshore-Gründungen besser vorhergesagt werden.

Die Wissenschaftler der GIGAWIND-Gruppe haben Standards für Baugrunduntersuchungen von Windparks im Meer geschaffen, die weiter vorangetrieben werden. Einige der jungen Wissenschaftler sind heute bei Windanlagenherstellern tätig. Damit hat das Vorhaben auch zur Qualifizierung von Ingenieuren für die Offshore-Windenergiebranche beigetragen. Die Forschungen im Offshore-Testfeld knüpfen mit dem Verbund GIGAWIND alpha ventus an die bisherigen Ergebnisse an.

Eine neuartige Hubinsel, 100 Meter lang, 40 Meter breit und bis zu 45 Meter Wassertiefe nutzbar, wird mit Unterstützung des BMU von der F+Z Baugesellschaft mbH technisch konzipiert. Die wenigen bislang verfügbaren Offshore- Installationsgeräte lassen sich nur bei günstigem Wetter von April bis Oktober einsetzen. Das konzipierte Installationsgerät ist speziell auf die Belange der Offshore-Windenergie zugeschnitten.

Ein weiteres Vorhaben im Bereich der Logistik ist eine Studie der Deutschen Windguard GmbH über die Nutzbarkeit, Einsatzbedingungen und den konstruktiven Anpassungsbedarf von SWATH-Schiffen für den Transport von Servicepersonal und Technik in Windparks auf hoher See.

Untersuchung der Möglichkeiten zur Verwendung des SWATH (Small Waterplane Twin Hull) als Servicefahrzeug von Offshore-Windparks

Förderkennzeichen: 0325010
Laufzeit: 01.12.2007 – 31.08.2008
Zuwendungssumme: 46.531 €
Projektpartner: Deutsche Wind Guard GmbH

Kurzfassung: Die Windenergienutzung auf See stellt neue Herausforderungen an die Windenergieindustrie, wobei insbesondere die Zugänglichkeit der Offshore-Windenergieanlagen ein großes Problem darstellt. Es werden spezielle neue Schiffstypen und Wartungskonzepte benötigt, mit denen die Offshore-Windparks auch bei höherem Seegang erreicht werden können. Im Rahmen der von der Deutsche WindGuard GmbH mit den Projektpartnern Abeking & Rasmussen und Bugsier-, Reederei und Bergungsgesellschaft durchgeführten Machbarkeitsstudie zur Verwendung des SWATH (Small Waterplane Area Twin Hull) als Servicefahrzeug werden die Zugangsvarianten SWATH, Monohull, Katamaran und Hubschrauber hinsichtlich ihrer Wirtschaftlichkeit verglichen. Das SWATH soll mit Hilfe der gewonnenen Erkenntnisse weiterentwickelt werden.

Neubau und Werkserprobung des Prototypens einer Arbeitsplattform für die Installation von Offshoregründungsstrukturen und -windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0325014
Laufzeit: 15.09.2007 – 30.03.2009
Zuwendungssumme: 4.652.547 €
Projektpartner: F + Z Baugesellschaft mbH

Kurzfassung: Die Prototyp-Förderung zielt auf den Bau einer Gerätekonstellation, die für die Errichtung der geplanten Windparkprojekte bestmöglich geeignet ist. Bei der Planung, Bau, Installation und Betrieb spielen die Wirtschaftlichkeit sowie die häufig auftretenden erschwerenden Wetterbedingungen, Seegangsverhältnisse und Wassertiefen an den in Frage kommenden Standorten in Nord- und Ostsee eine sehr große Rolle. Deutschland ist führend in der Entwicklung und Herstellung von Windenergieanlagen. Die Entwicklung von leistungsfähigen Kapazitäten für die Offshore-Arbeiten ist eine Grundvoraussetzung sowohl für die Initiierung eines kostenreduzierenden Leistungswettbewerb als auch für die Sicherung der Wettbewerbschancen deutscher Windenergieanlagen-Hersteller und der maritimen Wirtschaft.

Weiterentwicklung des Zugangssystems PTS (Personnel Transfer System) zum Einsatz an Offshore Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0325019
Laufzeit: 01.11.2007 – 31.10.2008
Zuwendungssumme: 157.918 €
Projektpartner: Teupen Maschinenbau GmbH

Kurzfassung: Ziel des Projektes ist die Weiterentwicklung des Personnel Transfer Systems (PTS). Dazu ist das Projekt in zwei Arbeitsschritte unterteilt, von denen der erste eine ausführliche Erprobung im Hamburger Hafen vorsah. Ziel des Versuchs, der vom 05.11.2007 bis 15.01.2008 durchgeführt wurde, war es die Maschinerie und die Komponenten zu testen. Insgesamt wurden 616 Versetzvorgänge durchgeführt, von denen 90 mit Personen stattfanden. Im zweiten Arbeitsschritt werden die Erkenntnisse der Hafenerprobung zur Weiterentwicklung des PTS für einen abschließenden Offshore-Test genutzt. Hierzu ist das PTS wieder an Land auf seinem Teststand aufgebaut. Für die nähere Zukunft ist eine Offshore-Erprobung geplant, deren Fokus dann auf dem Seegangsausgleich liegen wird.

Verbundvorhaben: OGOWin – Optimierung aufgelöster Gründungsstrukturen für Offshore-Windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0327564; 0327564A; 0327564B; 0327564C;
 0327564D; 0327564E; 0327564G
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 3.049.895 €
Projektpartner: WeserWind GmbH Offshore Construction Georgsmarienhütte (Koordinator); Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik (CWMT); REpower Systems AG – Entwicklungszentrum Osnabrück; Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Statik und Dynamik; Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) – Abt. VII – Fachgruppe VII.2 – Ingenieurbau; EUROPIPE GmbH; HOCHTIEF Construction AG – NL Civil Engineering and Marine Works

Kurzfassung: Im Rahmen des Verbundvorhabens OGOWIN – Optimierung aufgelöster Gründungsstrukturen für Offshore-Windenergieanlagen – wird das Optimierungspotential bei Fertigung, Transport und Installation von Gründungsstrukturen ermittelt. Der Fokus liegt hierbei auf sog. aufgelösten Strukturen, welche insbesondere in Wassertiefen über 20 m beispielsweise gegenüber Monopile- oder Schwergewichtsgründungen eindeutig zu favorisieren sind. Ausgehend von einer Jacket-Gründungskonstruktion für eine 5-Megawatt-Anlage wird angestrebt, durch die Optimierung der Konstruktion und Installation eine Gesamtkostenreduktion von mindestens 25 % zu erzielen. Um die theoretischen Untersuchungen abzusichern bzw. Berechnungs- und Bemessungsmodelle zu verifizieren, wurde inzwischen ein entsprechender Prototyp gebaut.

Verbundvorhaben: Erhöhung der Verfügbarkeit von Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0327574; 0327574A; 0327574B; 0327574C

Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009

Zuwendungssumme: 580.284 €

Projektpartner: Ingenieurgesellschaft Zuverlässigkeit und Prozessmodellierung Dresden (IZP) Partnerschaft Hentzschel und Jung (Diplommathematiker und Diplomingenieur) (Kordinator); Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V.; CoC Dezentrale Energien; ENERTRAG Energiedienst GmbH

Kurzfassung: Ziel des Verbundprojektes ist die Erhöhung bzw. Stabilisierung der Verfügbarkeit von WEA bei gleichzeitiger Senkung der Kosten. Methodische Basis ist die Implementierung von zuverlässigkeitsorientierten Betriebs- und Instandhaltungsstrategien. Arbeitsschwerpunkte sind die Standardisierung der Datenverwaltung, die Analyse und Systematisierung potentieller Risiken, der Aufbau einer Wissensdatenbank sowie die Entwicklung von geeigneten Konzepten und entscheidungsunterstützenden Werkzeugen. EVW-Partner sind ENERTRAG AG, Dauerthal; A. Friedr. Flender AG, Werk Herne; Institut für Solare Energieversorgungstechnik e.V. (ISET), Kassel; SAG Erwin Peters GmbH, Hamburg; SAG GmbH Geschäftsbereich CeGIT, Dortmund und die Ingenieurgesellschaft Zuverlässigkeit und Prozessmodellierung (IZP), Dresden.

Experimentelle und numerische Untersuchungen zum Tragverhalten von Grout-Strukturen für Offshore-Windenergieanlagen (GROW)

Förderkennzeichen: 0327585

Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009

Zuwendungssumme: 583.010 €

Projektpartner: Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Stahlbau

Kurzfassung: Die Kostenreduktion für Tragstrukturen von Offshore-Windenergieanlagen ist eine wichtige Aufgabe. Dies betrifft auch die Verbindung von Konstruktionsteilen. Bei Monopile-Gründungen wird der Übergang zwischen Gründungsrohr und Turm mit dem „Grouted Joint“, einer Rohr-in-Rohr Steckverbindung mit vermörteltem Zwischenraum, realisiert. Ähnliche Konstruktionen werden in kleinem Maßstab bei Ölbohrplattformen eingesetzt. Die Grouted-Joint-Verbindung bietet Vorteile in Montage und Wartung gegenüber anderen Verbindungstypen. In dem Forschungsprojekt am Institut für Stahlbau der Leibniz Universität Hannover wird das Tragverhalten und die Ermüdungsfestigkeit überwiegend biegebeanspruchter Grout-Strukturen mit dem Ziel der Erarbeitung und experimentellen Absicherung von Bemessungsregeln untersucht.

Verbundprojekt: Entwicklung eines anwendungsorientierten Bemessungs- und Überwachungsmodells für Offshore Gründungskonstruktionen unter zyklischer Belastung

Förderkennzeichen: 0327618; 0327618A; 0327618B; 0327618C

Laufzeit: 01.11.2006 – 31.01.2010

Zuwendungssumme: 2.515.991 €

Projektpartner: Universität Karlsruhe (TH) – Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaft – Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik – Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau (Kordinator); Bundesanstalt für Materialforschung und -prüfung (BAM) – Abt. VII – Fachgruppe VII.2 – Ingenieurbau; Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH; Technische Universität Berlin – Fachgebiet Grundbau und Bodenmechanik

Kurzfassung: Focus des Verbundvorhabens ist das Langzeitverhalten von Gründungen für Offshore-Windenergieanlagen, das mit gängigen Bemessungsverfahren nur unzureichend erfasst wird. Entfestigungs- und Selbstheilungseffekte bei hochzyklischer Bodenbeanspruchung werden durch Materialprüfung, numerische Berechnungsmethoden, Modellversuche und Feldbeobachtungen identifiziert, beschrieben und verifiziert. Ziel ist es, sichere Bemessungskonzepte für Tragfähigkeit und Gebrauchstauglichkeit von Monopile-, Tripod- und Flachgründungen zu entwickeln. Einer höheren Betriebssicherheit dient die Entwicklung eines Dauerüberwachungssystems mit strukturintegrierter Sensorik zur Erfassung kritischer Veränderungen der Systemdynamik. Der angestrebte Nutzen ist eine wirtschaftlichere Dimensionierung von OWEA-Gründungen.

Verbundprojekt – Entwicklung einer Hubbühne für den vertikalen Transport der Maschinengondel einer Offshore-Windenergieanlage

Förderkennzeichen: 0327690; 0327690A; 0327690B; 0327690C

Laufzeit: 01.08.2007 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 475.768 €

Projektpartner: Ed. Züblin AG (Kordinator); Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien – Fakultät Maschinenbau und Verfahrenstechnik; Berg-Idl GmbH; Universität Karlsruhe (TH) – Fakultät für Maschinenbau – Institut für Produktentwicklung

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Validierung bautechnischer Bemessungsmethoden für Offshore-Windenergieanlagen anhand der Messdaten der Forschungsplattformen FINO 1 und FINO 2

Förderkennzeichen:	0329944
Laufzeit:	01.04.2004 – 31.03.2007
Zuwendungssumme:	1.064.111 €
Projektpartner:	Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Strömungsmechanik und Elektronisches Rechnen im Bauwesen

Kurzfassung: Das Projekt der Forschungsgruppe GIGAWIND, widmete sich der Gründung und der Tragstruktur von OWEA. Es entwickelte und validierte Berechnungsmodelle mit Messdaten der Plattformen FINO 1 und Amrumbank West (anstelle der nicht rechtzeitig verfügbaren FINO 2).

Arbeitsschwerpunkte: Seegang, Seegangslasten, Überlagerung von Wind-/Wellenlasten / Weiterentwickl. und Validierung dynamischer Strukturmodelle / Berechnungsmethoden und Bemessungskonzept der Gründung / Lebensdaueranalysen auf der Basis dynamischer Strukturmodellierung.

Die Forschungsgruppe berichtet u.a. regelmäßig auf den GIGAWIND-Symposien und sie setzt ihre Arbeit in dem Projekt GIGAWIND alpha ventus fort in dem es Zugriff auf das umfangreiche Messprogramm im Testfeld alpha ventus hat, dem 1. deutschen Windpark auf hoher See.

4.4 Forschung im Offshore Testfeld



Im Sommer 2008 beginnt 45 Kilometer nördlich der Nordseeinsel Borkum der Bau des ersten deutschen Offshore-Windparks „alpha ventus“ (www.alpha-ventus.de). Insgesamt werden dort 12 Offshore-Windenergieanlagen mit einer installierten Leistung von 60 Megawatt errichtet. Die Energieversorgungsunternehmen E.ON, EWE und Vattenfall werden den Windpark betreiben. Als Test- und Demonstrationsprojekt wird „alpha ventus“ die Initialzündung für die Nutzung der Windenergie in der Nord- und Ostsee sein. Das Bundesumweltministerium fördert im Rahmen der Forschungsinitiative „RAVE – Research at alpha ventus“ umfassende Forschungsaktivitäten im Testfeld. Ziel ist es, den Ausbau der Offshore-Windenergie zügig voranzubringen und aus dem Betrieb der ersten Anlagen der 5 MW-Klasse auf hoher See Erfahrungen für künftige Windparks und die weitere Entwicklung der Offshore Windanlagen zu gewinnen.

Das BMU hat dazu die Forschungsinitiative RAVE gestartet (Research at alpha ventus, www.rave-offshore.de) und setzt für die begleitende technische und ökologische Forschung im Testfeld 50 Mio. Euro innerhalb von 5 Jahren ein. 2007 konnten Forschungsverbünde und Einzelprojekte gestartet werden, die die wichtigsten Aspekte des Betriebs eines Offshore Windparks forschungsseitig abdecken. Bisher wurden im Rahmen von RAVE 18 Forschungsvorhaben bewilligt, die größtenteils in Verbänden zusammenarbeiten. Inhaltliche Schwerpunkte sind die

- Gesamtkoordinierung der Forschung und Messkonzepterstellung,
- die praktische Ausführung der Messungen und Betreuung der Messtechnik auf See,
- die Weiterentwicklung von Offshore-Windanlagen,
- Forschung zu den Gründungen,
- Aerodynamik im Windpark und Erprobung neuer Windmesstechniken,
- Lasten an den Anlagen aus Wind und Wellen,
- die Konzipierung eines Evaluierungsprogrammes nach dem Vorbild des onshore WMEP,
- Aspekte der Netzintegration und des Netzverhaltens und die
- ökologische Begleitforschung.

Mit RAVE erreicht die deutsche Windenergieforschung eine neue Qualität hinsichtlich der Vernetzung ihrer Akteure. Direkt oder über Forschungs- und Entwicklungsaufträge indirekt eingebunden sind mehr als 20 Forschungseinrichtungen und Technologiefirmen. Die Gesamtkoordinierung hat das Institut für Solare Energieversorgungstechnik, ISET übernommen. Das zentrale Messkonzept wird vom Deutschen Windenergieinsti-

tut, DEWI erstellt und mit dem Betreiber DOTI GmbH und den Anlagenherstellern abgestimmt. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie koordiniert die ökologische Begleitforschung und die technische Ausführung der Messungen. Als Verbundkoordinatoren agieren auch die Universitäten Stuttgart und Hannover. Um eine effektive Gesamtkoordinierung zu gewährleisten, mussten vom BMU und von PtJ andere Strukturen gewählt werden, als in Verbundforschungsvorhaben sonst üblich. Im RAVE-Koordinierungsgremium, das eine auf die komplexen Belange des Testfeldes abgestimmte Vereinbarung ausgearbeitet hat, sind die Koordinatoren der thematischen Forschungsverbünde, DOTI und die Anlagenhersteller, die Offshore-Stiftung und wichtige Einzelprojekte vertreten. Die Mitglieder des Koordinierungsgremiums sichern, dass die im Rahmen der RAVE-Kooperationsvereinbarung getroffenen Festlegungen auch für ihre übrigen Partner und Auftraggeber bindend sind.

Die Forschungsplattform FINO 1 erlangt mit der RAVE-Forschung eine neue Bedeutung. Von vorn herein wurde sie 2003 am Standort eines Pilotwindparks erreicht. Ihre Daten sind nun eine wichtige Grundlage für die Forschung im Testfeld.

RAVE-Messprojekt – Zentrale Durchführung der Messungen im Rahmen der RAVE-Forschungsprojekte und ozeanographische und geologische Untersuchungen

Förderkennzeichen: 0325026
Laufzeit: 01.02.2008 – 31.01.2011
Zuwendungssumme: 7.806.606 €
Projektpartner: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Kurzfassung: Die Begleitforschung im Offshore-Testfeld „Alpha Ventus“ hat das Ziel Erkenntnisse im Hinblick auf die Realisierung von Offshore-Windpark-Projekten in Nord- und Ostsee, sowie deren umweltschonende Ausgestaltung zu gewinnen. Zur konstruktiven Entwicklung von Offshore-Bauwerken soll die Erhebung von Basisinformationen (Umweltparameter, Belastungen der Bauwerke, sowie deren wechselseitige Beziehungen) dienen. Das Vorhaben soll die Messvorhaben der verschiedenen Teilprojekte realisieren und effizient gestalten. Aufgabe des BSH ist auch die Erfassung der Sedimentdynamik, des Kolkverhaltens der Gründungselemente, sowie der Bodenstabilität. Die ozeanographischen Daten sind wichtige Basisinformationen, auch für die ökologische Begleitforschung.

Ganzheitliches Dimensionierungskonzept für OWEA-Tragstrukturen hinsichtlich Lasten, Langlebigkeit, Gründung und Gesamtstrukturmodellen (GIGAWIND alpha ventus)

Förderkennzeichen: 0325032; 0325032A
Laufzeit: 01.03.2008 – 28.02.2011
Zuwendungssumme: 2.914.188 €
Projektpartner: Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Statik und Dynamik (Koordinator); Fraunhofer-Center für Windenergie und Meerestechnik CWMT

Kurzfassung: Im Rahmen der GIGAWIND-Projekte sind bereits seit 2000 bautechnische Bemessungsmethoden für Offshore-Windenergieanlagen validiert worden. Das laufende Projekt GIGAWIND alpha ventus deckt sehr viel mehr Aspekte zur Dimensionierung der OWEA-Tragstruktur ab und hat zudem Zugriff auf Messdaten des Offshore-Testfeldes alpha ventus. Insbesondere werden auf folgenden Gebieten Untersuchungen durchgeführt und Softwaretools erstellt:

- Lastmodelle für Wellen,
- Fertigungseinflüsse auf die Lebensdaueranalyse,
- Korrosionsschutz im Offshore-Bereich,
- Überwachung der Tragstruktur,
- Kolkschutzsysteme und Kolkmonitoring,
- Tragverhalten von Rammpfählen
- Gesamtstrukturmodellierung. Durch die ganzheitliche Betrachtungsweise ist die Bündelung der Einzeltools in einem Dimensionierungs-Paket vorgesehen.

Verbundprojekt: Entwicklung von LIDAR-Windmessung für das Offshore-Testfeld

Förderkennzeichen: 0327642; 0327642A
Laufzeit: 01.08.2007 – 30.03.2010
Zuwendungssumme: 1.260.747 €
Projektpartner: Stiftungslehrstuhl Windenergie am Institut für Flugzeugbau (Koordinator); Carl von Ossietzky Universität Oldenburg – Fakultät V – Institut für Physik – ForWind – Zentrum für Windenergieforschung

Kurzfassung: Das Verbundprojekt strebt die Entwicklung der LiDAR-Technologie als neuen Maßstab für zeitlich und räumlich aufgelöste Windfeldmessungen an. Dabei sollen Verfahren für die Leistungskurvenmessung, Windfeldmessung in der Einströmung und im Nachlauf entwickelt werden. Verantwortlich für die stationäre und instationäre Leistungskurvenmessungen ist die DEWI GmbH und ForWind. Das DLR unterstützt das Vorhaben mit ihrer Erfahrung in der LiDAR Technologie. Die Onshore-Kampagnen werden bei und auf einer Windenergieanlage der Multibrid GmbH, die Offshore-Messungen auf der FINO 1 Plattform durchgeführt werden. Die Weitergabe der Ergebnisse an die deutsche Industrie und die Definition von Richtlinien zur Leistungskurvenmessung ist Aufgabe eines Komitees der Fördergesellschaft Windenergie e.V.

Weiterentwicklung von Offshore-WEA-Komponenten in Bezug auf Kosten, Langlebigkeit und Servicefreundlichkeit

Förderkennzeichen: 0327647
Laufzeit: 15.03.2007 – 28.02.2011
Zuwendungssumme: 3.000.395 €
Projektpartner: REpower Systems AG – Entwicklungszentrum Rendsburg

Kurzfassung: Die REpower Systems AG erhielt Zuwendungsbescheide von der Bundesregierung für Forschung und Entwicklung der erneuerbaren Energien zur Förderung von folgenden Projekten:

- Weiterentwicklung von Offshore-WEA-Komponenten in Bezug auf Kosten, Langlebigkeit und Servicefreundlichkeit
 - Entwicklung eines innovativen, ertragsoptimierten und kostengünstigen Rotorblattes
- Das Ziel dieser Projekte ist es, den Stromertrag der REpower 5M zu steigern und die Kosten der Stromgewinnung von Offshore Windenergieanlagen zu senken. Weiterentwickelt werden müssen die Bereiche Rotorblatt, Getriebe, Regelungstechnik, SCADA, Netz und Logistik. Die Validierung der Weiterentwicklungen soll im Offshore Testfeld alpha ventus und in einem Nearshore Windpark erfolgen.

Innovative Weiterentwicklung, Konstruktion und Test der Offshore Windenergieanlage Multibrid M5000 unter erschwerten Offshore Bedingungen im Offshore Testfeld Borkum West

Förderkennzeichen: 0327670
Laufzeit: 15.03.2007 – 31.03.2011
Zuwendungssumme: 4.990.496 €
Projektpartner: MULTIBRID Entwicklungsgesellschaft mbH

Kurzfassung: Das Testfeld bietet exzellente Bedingungen, um die ersten Multibrid M5000 Windenergieanlagen zu überwachen. Das Multibrid Forschungsvorhaben bezieht sich auf (1) den Blattanschluss, (2) die Vorrichtungen zur Installation der Windenergieanlage, (3) den Umrichter und die Transformatoren, (4) das Kühlsystem, (5) diverse Konzepte zur Errichtung und Inbetriebnahme sowie die Wartung, (6) die Datenaustauschnittstelle und (7) die Starkwindabschaltung. Es werden Weiterentwicklungen zu den genannten Themen durchgeführt, die im Rahmen des Forschungsprojekts unter Offshore-Bedingungen getestet werden.

Koordinationsprojekt zur technisch-wissenschaftlichen Begleitforschung im Offshore-Testfeld Alpha Ventus

Förderkennzeichen: 0327686
Laufzeit: 01.05.2007 – 30.04.2010
Zuwendungssumme: 1.149.849 €
Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V.

Kurzfassung: Für die Forschung am Offshore-Testfeld „alpha ventus“ hat das BMU die Forschungsinitiative „RAVE – Research at alpha ventus“ gestartet, in der in gegenwärtig 13 Forschungsprojekten wichtige Fragen der Offshore-Windenergienutzung untersucht werden. Das ISET in Kassel leitet das Koordinationsprojekt, mit dem die einzelnen assoziierten Forschungsprojekte optimal vernetzt werden können. Die zentralen Arbeitspakete des Koordinationsprojektes sind die organisatorische und wissenschaftliche Vernetzung der Forschungsprojekte, die gemeinsame Öffentlichkeitsarbeit sowie die Planung und Koordination des Messbetriebes. Um Synergien nutzen zu können und die Qualität der Ergebnisse zu erhöhen, wurde ein abgestimmtes Konzept für die Zusammenarbeit der verschiedenen Projekte im Testfeld entwickelt.

Messung der Betriebsgeräusche von Offshore-WEA zur Bestimmung des Schalleintrags durch die Schallübertragungsfunktion zwischen Turm und Wasser an Anlagen im Testfeld Offshore

Förderkennzeichen: 0327687

Laufzeit: 01.01.2008 – 31.12.2010

Zuwendungssumme: 416.495 €

Projektpartner: Fachhochschule Flensburg – Institut für Physik und Werkstoffe

Kurzfassung: Die marinen Säugetiere in Nord und Ostsee, Seehunde und Schweinswale, werden in Zukunft durch den Betrieb von Offshore Windenergieparks einer erhöhten Lärmbelastung in der Umgebung der Parks ausgesetzt sein. Im Rahmen dieses Projekts soll der Unterwasserschalleintrag von 5 MW Windenergieanlagen verschiedener Hersteller im Windpark alpha ventus (Nordsee) bestimmt werden. Durch die Installation von stationären Unterwasserschallmessstationen im Windpark können ferngesteuert bei allen Wetterbedingungen Schallmessungen durchgeführt werden. Die dadurch in der Projektlaufzeit aufgebaute Datenbasis wird eine Grundlage für Aussagen sein, ob bzw. in welchem Umfang der Lebensraum mariner Säugetiere in der Umgebung der geplanten deutschen Offshore Windparks in Zukunft beeinträchtigt wird.

Windenergieforschung am Offshore-Testfeld (WIFO): Monitoring der Offshore-Windenergienutzung in Deutschland – Konzipierungsphase Offshore-WMEP

Förderkennzeichen: 0327695

Laufzeit: 01.09.2007 – 31.08.2010

Zuwendungssumme: 1.122.274 €

Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V.

Kurzfassung: Die Windenergienutzung steht am Anfang des großtechnischen Offshore-Einsatzes. Aufgrund der besonderen Standortsituation auf See entstehen für die Windenergienutzung zukünftig neue Herausforderungen. Auf mehreren Gebieten, wie z. B. Fundamentierung, Einsatz neuer Materialien im Rotorbau, Integration in die bestehende Netzstruktur, wird derzeit ein erheblicher Forschungs- und Entwicklungsbedarf gesehen. Das OWMEP soll in gemeinsamer Arbeit von Betreibern, Herstellern, Wissenschaftlern und anderen Beteiligten relevante Betriebsdaten systematisch erfassen und auswerten und so grundsätzliche Erkenntnisse bezüglich Zuverlässigkeit und Verfügbarkeiten gewinnen sowie zur Schaffung einer Basis für künftige strategische Entscheidungen in Politik und Windindustrie beitragen

Verbundprojekt: Verifikation von Offshore-WEA

Förderkennzeichen: 0327696A; 0327696B; 0327696C; 0327696D

Laufzeit: 01.12.2007 – 31.05.2010

Zuwendungssumme: 1.855.018 €

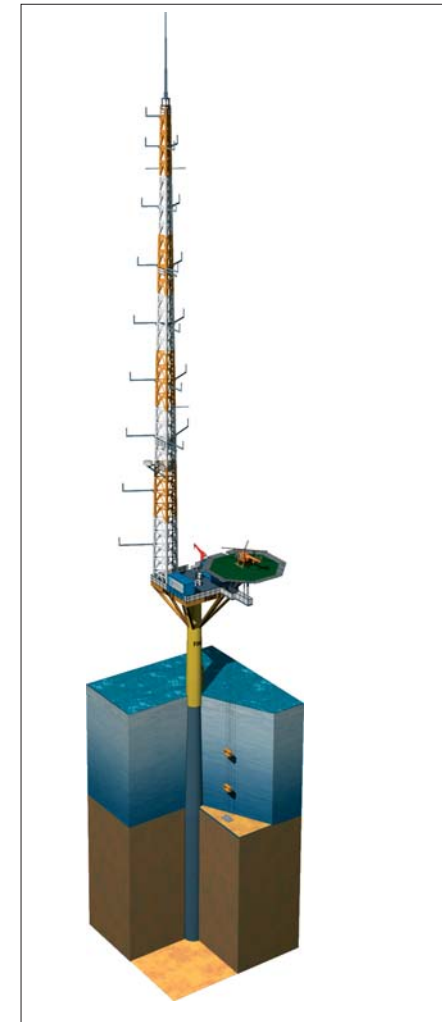
Projektpartner: Stiftungslehrstuhl Windenergie am Institut für Flugzeugbau (Koordinator); Carl von Ossietzky Universität Oldenburg – Fakultät V – Institut für Physik – ForWind – Zentrum für Windenergieforschung; Leibniz Universität Hannover – Institut für Stahlbau; DEWI GmbH – Deutsches Windenergie-Institut

Kurzfassung: Das Verbundprojekt OWEA beschäftigt sich mit Schlüsselaspekten des Entwurfs und des Betriebs von Offshore-Windenergieanlagen. Die Themen reichen von atmosphärischen Einflüssen auf und Messmethoden für Offshore-Leistungskurven über die Verifikation der Strömungsbedingungen und Nachlaufbelastungen in Windparks zur Verifikation der Anlagendynamik und den aero- und hydrodynamischen Belastungen sowie Monitoring des Betriebs. Hauptziele sind die Verringerung von Ertragsrisiken von Offshore-Windparks, die genauere Bestimmung von Belastungen in der Entwurfsphase und während des Betriebs sowie die Entwicklung und Erprobung von neuen Berechnungsverfahren. Die Universität Stuttgart koordiniert diese Zusammenarbeit von Herstellern, Zertifizierungseinrichtungen, Forschungsinstitute und Universitäten.

4.5 Forschungsplattformen

Die Forschungsplattformen FINO 1, FINO 2 und FINO 3 haben die Aufgaben, Daten und grundlegende meteorologische, ozeanographische und ökologische Erkenntnisse für die Windenergienutzung auf hoher See zu gewinnen und für Forschung und Industrie zur Verfügung zu stellen. FINO steht dabei für „Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee“.

FINO 1 (www.fino-offshore.de) erfasst seit Sommer 2003 ca. 45 km nördlich von Borkum ein umfangreiches Datenspektrum in der Nordsee. Erstmals konnten Winddaten von einer stabilen Plattform aus und damit in hoher Qualität bis in die für die Windanlagen erforderliche Höhe von 100 m zur Verfügung gestellt werden. FINO 1 wird vom Germanischen Lloyd im Auftrag des BMU betrieben. Umfangreiche Erkenntnisse liegen nun schon über einige Jahre zum Vogelzug, Vogelschlagereignisse und über das Benthos an der Gründung und am umgebenden Meeresboden vor. Die Wind- und Wellendaten können online beim BSH abgerufen werden (www.fino.bsh.de). Über einhundert direkte Datennutzungen aus Forschung und Industrie wurden bisher erfasst. Belastungsmessungen an der Gründung dienen der Verifikation von numerischen Modellen für die technische Auslegung von Gründungskonstruktionen. Im Zusammenhang mit dem Offshore-Testfeld alpha ventus und der RAVE-Forschungsinitiative wird FINO 1 auch künftig wichtige Datengrundlagen liefern. Praktische Erfahrungen mit den Kräften aus hohen Wellen mussten im Zusammenhang mit dem Sturmtief Katharina im Herbst 2006 gemacht werden. Während die an Deck befindlichen wichtigsten funktionalen Einrichtungen der Plattform den sicheren Betrieb gewährleisteten, wurden



Modell der FINO 3 Forschungsplattform, Quelle: F +E Zentrum Fachhochschule Kiel GmbH

Mess- und Infrastruktureinrichtungen unter dem Deck bis in eine Höhe von 15 m über dem normalen Meeresspiegel von den Wellen zerstört. Allein hieraus lassen sich wichtige Schlüsse für die Ausstattung der Offshore-Windenergieanlagen ziehen.

FINO 2 (www.fino2.de) hat im Sommer 2007 ca. 40 km nördlich der Insel Rügen in der Ostsee seinen Dienst aufgenommen. Neben Windmessungen nach dem messtechnischen Regime von FINO 1 stehen Untersuchungen zum Vogelzug und des Benthos sowie Seeverkehrserfassungen im Vordergrund. Am Standort im Seegebiet Kriegers Flak sind auf deutscher und auf schwedischer Seite in den nächsten Jahren zwei große Windparks geplant.

FINO 3 (www.fino3.de, Prinzipdarstellung in der Abb.), die zweite Forschungsplattform in der in der Nordsee, ca. 75 km westlich von Sylt, orientiert sich in ihrem meteorologischen und ozeanographischen Messprogramm ebenfalls an FINO 1. So ist gewährleistet, dass die Daten der FINO-Plattformen auf einer einheitlichen Methodik beruhen und untereinander vergleichbar sind. Die wissenschaftliche Spezifik von FINO 3 machen u.a. physikalische Untersuchungen der Blitzeinschläge auf Seeanlagen und die Erforschung der Langzeit-Standfestigkeit der Monopile-Gründung der Plattform aus. 2007 wurde der Bau der Plattform technisch detailliert geplant. Die Inbetriebnahme ist für den Herbst 2008 vorgesehen.

FINO 3 – NEPTUN, Kompetenzzentrum Offshore-Windenergienutzung, Nordsee-Entwicklungsplattform für Technologie und Naturschutz

Förderkennzeichen: 0327533

Laufzeit: 01.09.2005 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 5.245.895 €

Projektpartner: Forschungs- und Entwicklungszentrum Fachhochschule Kiel GmbH

Kurzfassung: In diesem Jahr geht die dritte der FINO-Plattformen 80 km westlich vor Sylt in Betrieb. Besondere Forschungsschwerpunkte auf FINO 3 sind die Vor- und Nacherkundung des Baugrundes sowie geotechnische In-situ Messungen, Turbulenz-Messungen im Offshore-Wind und die Ermittlung von Blitzparametern. Daneben werden, wie auch auf den anderen zwei Forschungsplattformen, meteorologische und hydrologische Messdaten erhoben sowie Beobachtungen zum Vogelzug durchgeführt. Baubegleitend werden erstmalig umfangreiche Schallschutzmaßnahmen eingesetzt und unter Realbedingungen erprobt.

Betrieb einer Datenbank für FINO sowie Durchführung von meteorologischen-, hydrographischen- und Belastungsmessungen auf FINO 1

Förderkennzeichen: 0329905A

Laufzeit: 01.07.2004 – 29.02.2008

Zuwendungssumme: 1.292.898 €

Projektpartner: Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH)

Kurzfassung: Um die Auswirkungen von Offshore-Windkraftanlagen auf die marine Flora und Fauna zu untersuchen, wurde 2002 das Forschungsprojekt FINO (Forschungsplattformen in Nord- und Ostsee) gestartet.

Das Vorhaben sieht eine Zusammenarbeit zwischen dem Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) und dem Deutschen Windenergie-Institut, Wilhelmshaven (DEWI) vor. Das DEWI erfasst die meteorologischen Daten und führt strukturdynamische Messungen oberhalb und unterhalb der Wasseroberfläche an der Konstruktion durch. Die Messungen des BSH beziehen sich auf den Seegang, die Strömung, den Wasserstand und die Wasserschichtung.

Ein Online-Zugriff auf diese Daten ist möglich und wird von zahlreichen wissenschaftlichen und privaten Einrichtungen genutzt.

Betrieb der Forschungsplattform FINO1 für Offshore Windenergie in der Nordsee

Förderkennzeichen: 0329905B

Laufzeit: 01.04.2005 – 31.12.2009

Zuwendungssumme: 2.540.304 €

Projektpartner: Germanischer Lloyd Industrial Services GmbH

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist die Durchführung des weiteren Betriebs der Forschungsplattform FINO 1, die seit September 2003 in der Nordsee am Standort "Borkum Riff" steht. Die Plattform dient als Basis für eine Reihe von Messungen und Untersuchungen, die im Zusammenhang mit der zukünftigen Nutzung der Offshore-Windenergie von großem Interesse sind. Der allgemeine Betrieb der Forschungsplattform ist Grundvoraussetzung für die Fortführung der Messungen und Untersuchungen auf der Plattform.

Es ist die erste Plattform, die zur Erkundung der Umgebungsbedingungen für die Belange der Windenergienutzung in der deutschen Nordsee aufgestellt wurde. Das umfangreiche Programm beinhaltet meteorologische, technische, ozeanographische und biologische Messungen u. Untersuchungen verschiedenster Projektpartner.

Verbundprojekt: Aufbau und Betrieb einer Messplattform zur Erprobung der westlichen Ostsee als Unterstützung zur Untersuchung aller Haupt- und Nebenbedingungen für langfristige windenergetische Nutzung (FINO 2)

Förderkennzeichen: 0329990

Laufzeit: 01.02.2005 – 30.06.2007

Zuwendungssumme: 3.469.694 €

Projektpartner: Schiffahrtsinstitut Warnemünde e. V. an der Hochschule Wismar

Kurzfassung: Die autarke Forschungs- u. Messplattform FINO 2 wurde in der Ostsee am Standort Kriegers Flak im Juni 2007 errichtet. Konzepte bzgl. Mess-, Geräte u. Analysetechnik, Daten- u. Kommunikationstechnik, Energieversorgung u. konstruktive Umsetzung unter Offshorebedingungen wurden entwickelt u. umgesetzt:

1. meteorologisches Gesamtkonzept zur Ermittlung von Windkapazitäten in der südlichen Ostsee, um Aussagen zur Dimensionierung u. Effizienz von Offshore-WEA zu treffen
2. ökologisches Gesamtkonzept für die Erforschung der Auswirkungen auf die Meeresumwelt (Vogelflug, -zug, Benthos)
3. verkehrstechnisches Gesamtkonzept für die Erforschung der Auswirkung von OWEA auf den Schiffsverkehr, Definition technischer Ausrüstungsanforderungen von OWEA zum gegenseitigen Schutz gegenüber der Schifffahrt.

Wissenschaftlich-technische Ausrüstung der Forschungsmessplattform zur Erforschung der westlichen Ostsee FINO 2 – Equipment

Förderkennzeichen: 0329990A

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 1.803.987 €

Projektpartner: Schiffahrtsinstitut Warnemünde e. V. an der Hochschule Wismar

Kurzfassung: Die autarke Forschungs- u. Messplattform FINO 2 wurde in der Ostsee am Standort Kriegers Flak im Juni 2007 errichtet. Die Sensor-, Mess- u. Analysetechnik, Daten- u. Kommunikationstechnik, Elektro- u. Energieversorgungstechnik wurden offshoreseitig installiert. Im Probebetrieb wurden die Systeme u. fo-technischen Ausrüstungen getestet u. deren Funktionsfähigkeit nachgewiesen. In einer 1. Messphase wurden meteorologische, ökologische u. verkehrstechnische Messdaten erfasst, datentechnisch aufbereitet und per DFÜ in die FINO 2-Landstation übertragen. Die Auswertung der Messdaten ergaben erste Erkenntnisse bzgl. mittlere Windleistung, Vogelzug- u. -flugaufkommen sowie verkehrssichernde Maßnahmen. Erfahrungen zur Sicherstellung des allgemeinen u. technischen Betriebes von FINO 2 wurden gesammelt.

4.6 Ökologische Begleitforschung und technischer Umweltschutz

Der Ausbau der Windenergie soll umwelt- und naturverträglich erfolgen. Um mögliche Interessenkonflikte zwischen Klimaschutz und Naturschutz zu vermeiden, wird daher der ökologischen Begleitforschung zur Windenergie im Rahmen der Forschungsaktivitäten unter dem Dach des 5. Energieforschungsprogramms der Bundesregierung ein entsprechender Stellenwert eingeräumt. Ziel ist es, Daten und Erkenntnisse hinsichtlich potenzieller Konflikte zu gewinnen sowie technische Verbesserungen an Windenergieanlagen und geeignete Methoden zur Vermeidung bzw. Minimierung negativer Umweltauswirkungen zu entwickeln. Dies betrifft gleichermaßen die Windenergienutzung an Land und auf See. Im Jahr 2007 wurden für die ökologische Begleitforschung rund 4,2 Mio. Euro neu bewilligt. Dies entspricht einem Anteil von über 12% des für die Windenergieforschung neu bereitgestellten Budgets.

In den letzten Jahren lagen die Schwerpunkte der ökologischen Begleitforschung bei der Erhebung von Basisdaten, die für ein besseres Verständnis der biologischen Zusammenhänge notwendig sind. Sie stellen eine essentielle Grundlage für die Bewertung möglicher Einwirkungen auf die Umwelt dar. So wurden bspw. die potenziellen Auswirkungen von Offshore-Windparks auf die verschiedenen biologischen Schutzgüter – Zug- und Seevögel, Meeressäuger und die Tier- und Pflanzenwelt des Meeresbodens (Benthos) – untersucht. Eine zentrale Rolle spielten dabei Langzeitmessungen und -beobachtungen, die von Forschungsplattformen aus erfolgten. Einen weiteren Schwerpunkt bildete die Erforschung kumulativer Wirkungen, die von verschiedenen wirtschaftlichen Nutzungsformen der Ausschließlichen Wirtschaftszone (AWZ) der Nord- und Ostsee auf die Meeresumwelt ausgehen. Hierzu zählen neben der Windenergie z. B. die Schifffahrt, die Fischerei oder die Gewinnung von Bodenschätzen.

Zu den Hauptakteuren im Bereich der ökologischen Begleitforschung zählen Universitäten, Forschungsinstitute, Ämter und Behörden. Als Meilensteine der vergangenen Jahre sind die Verbundvorhaben „Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee“ (MINOS und MINOSplus) zu nennen, an denen die Universität Kiel, das Deutsche Meeresmuseum Stralsund, die Ruhr-Universität Bochum, die Bundesforschungsanstalt für Fischerei in Hamburg und das Nationalparkamt Schleswig-Holstein beteiligt waren. Dabei wurde untersucht, ob und inwieweit Schweinswale, Seehunde und Seevögel durch große Windenergieanlagen in der deutschen Nord- und Ostsee beeinflusst oder gefährdet werden. Die wissenschaftliche Datengrundlage und das Verständnis konnten durch das Projekt entscheidend verbessert werden. Herausragend sind weiterhin das Verbundvorhaben BEOFINO (Alfred-Wegener-Institut; Institut

für Ostseeforschung), in dessen Rahmen die Besiedlung von Unterwasserfundamenten durch Meeresorganismen erforscht und damit der Einfluss von Offshore-Windenergieanlagen auf die umgebende Meeresbodenfauna untersucht wurde, sowie das Vorhaben SCHALL-2, in dem vom Curt-Risch-Institut der Leibniz Universität Hannover ein Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch Schallimmissionen von Offshore-WEA entwickelt wurde. Im Jahr 2007 wurde zudem der Forschungsverbund RENEBAAT gestartet, der die Entwicklung von Methoden zur Untersuchung, Vorhersage und Verringerung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Windenergieanlagen zum Ziel hat. An diesem Projekt sind die Universitäten Hannover und Erlangen, die Enercon GmbH und das Forschungsinstitut für Optronik und Mustererkennung beteiligt.

Die Ergebnisse der ökologischen Begleitforschung wurden und werden u.a. im Rahmen der Genehmigungsverfahren für Windparks durch die beteiligten Akteure aus Industrie, Forschung und Behörden berücksichtigt. Sie tragen damit zur Findung geeigneter Windparkstandorte bei. Darüber hinaus wurden, basierend auf den vorliegenden Ergebnissen, die in der deutschen AWZ liegenden Gebiete „Östliche Deutsche Bucht“ und „Pommersche Bucht“ durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) im Jahr 2005 als Naturschutzgebiete ausgewiesen.

Zukünftig werden sich die Aktivitäten der ökologischen Begleitforschung stärker auf das bau- und betriebsbegleitende Monitoring der Auswirkungen von Offshore-Windparks konzentrieren. Vordringliche Handlungsfelder stellen die Minimierung der Schallemissionen bei der Errichtung von Gründungsstrukturen und die Entwicklung eines Vorhersagesystems für massive Vogelzugereignisse dar. Des Weiteren werden Forschungsthemen im Vordergrund stehen, deren Ergebnisse u.a. für die Entwicklung neuer und die Evaluation bereits entwickelter Standards benötigt werden. Hierzu zählt beispielsweise das Standarduntersuchungskonzept (StUK) des Bundesamtes für Seeschifffahrt und Hydrografie (BSH), das Antragstellern und Genehmigungsinhabern verbindlich festgelegte Untersuchungen bzgl. der einzelnen marinen Schutzgüter (Meeressäuger, Seevögel, Fische etc.) vorschreibt.

Telemetrische Untersuchungen zu räumlich-zeitlichen Aufenthaltsmustern von Sterntauchern bei der Überwinterung und auf dem Zug

Förderkennzeichen: 0325020
Laufzeit: 01.01.2008 – 30.04.2011
Zuwendungssumme: 294.753 €
Projektpartner: Christian-Albrechts-Universität zu Kiel – Forschungs- und Technologiezentrum Westküste

Kurzfassung: Die in Skandinavien und Russland brütenden Sterntaucher konzentrieren sich während ihrer Rast und Nahrungssuche im Winter und während der Zugzeiten in der östlichen Deutschen Bucht. Da dort ein Großteil der deutschen Offshore-Windparks geplant ist und diese Vogelart gegenüber anthropogenen Aktivitäten sehr störepfindlich ist, sollen mit diesem Projekt die räumlich-zeitlichen Aufenthaltsmuster individuell markierter Sterntaucher außerhalb der Brutzeit erforscht werden. Neben der Erprobung der Methode sollen die Wanderbewegungen von Sterntauchern vom Ende der Brutzeit bis zum nächsten Jahr beschrieben sowie die Raumnutzung in Bezug zur Lage der geplanten Offshore-Windparks analysiert werden. Die von den Sterntauchern genutzten Lebensräume sollen hydrographisch charakterisiert werden.

Entwicklung und Einführung eines automatischen Erfassungssystems für die Ermittlung des Vogelschlages unter Praxisbedingungen auf FINO 2

Förderkennzeichen: 0327560
Laufzeit: 01.07.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 234.735 €
Projektpartner: Institut für Angewandte Ökologie Forschungsgesellschaft mbH Broderstorf bei Rostock

Kurzfassung: Durch das Vorhaben wird ein Beitrag für eine automatische Erfassung des Vogelverhaltens und des Vogelschlages im Bereich von technischen Bauwerken (z.B. Offshore-Plattform FINO 2, Windkraftanlagen) mittels Spezialkameras geleistet. Insbesondere die Entwicklung eines automatischen low-cost Kamerasystems für den Nachtbetrieb, das die notwendigen Anforderungen zur Erfassung auch von Kleinvögeln in der Dunkelheit erfüllt, steht im Mittelpunkt der Arbeiten. Seit 2007 läuft das neu entwickelte Kamerasystem VARS (Visual Automatic Recording System) auf der Forschungsplattform FINO 2 in der Ostsee erfolgreich. Dieses System wird gegenwärtig an die Bedingungen auf einer Offshore-Windkraftanlage angepasst.

Projekt AMPOD: Anwendungs- und Auswerteverfahren für den Einsatz von T-PODs in WEA-Umweltverträglichkeitsprüfungen: Vergleichbarkeit und Entwicklung von Standardmethoden

Förderkennzeichen: 0327587
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 281.366 €
Projektpartner: Deutsches Meeresmuseum Stralsund

Kurzfassung: Der Bau und Betrieb von Offshore-Windenergieanlagen kann Einfluss auf die Meeresumwelt haben. Dies untersucht die Umweltverträglichkeitsprüfung gemäß BSH-Standarduntersuchungskonzept. U. a. wird die Habitatnutzung durch Schweinswale mit Hilfe von Detektoren (T-PODs) untersucht. T-PODs registrieren die Ortungslaute dieser Tiere und werden zum akustischen Monitoring eingesetzt.

Das AMPOD-Projekt entwickelt Standard-Analyse-Methoden, um die Anwendbarkeit der T-PODs zu erleichtern und eine Vergleichbarkeit von Ergebnissen aus unterschiedlichen Gebieten, von verschiedenen Anwendern bzw. unterschiedlichen Geräteversionen zu gewährleisten. Bestehende Kalibriermethoden der T-PODs werden verglichen und vereinheitlicht. Die Ergebnisse werden veröffentlicht und Anwendern zugänglich gemacht.

Aufbau eines interdisziplinären Verbundes meereswissenschaftlicher Kompetenz für Modellgebiete in der Nord- und Ostsee (IMKONOS). Etablierung eines institutsübergreifenden Fachinformationsaustausches und einer "Austauschplattform"

Förderkennzeichen: 0327597
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 393.978 €
Projektpartner: Institut für Angewandte Ökologie Forschungsgesellschaft mbH Broderstorf bei Rostock

Kurzfassung: Der „Interdisziplinäre Verbund meereswissenschaftlicher Kompetenz“ hat das Ziel, insbesondere für Bereiche der deutschen Ostsee, Voraussetzungen zu schaffen, damit eine Charakterisierung der Meeresumwelt vorgenommen werden kann. Dabei wird herausgefunden, welche Informationen aus bestehenden Datenbeständen herangezogen werden können. Das IMKONOS stellt dann sicher, dass alle Informationen räumlich, zeitlich und methodisch passfähig sind. Darüber hinaus wird ein Informationsportal geschaffen. Informationstechnisch lässt sich das IMKONOS daher in das „data mining“ einordnen, d.h. es entwickelt ein Methodenspektrum zur Extraktion von Informationen aus strukturiert gehaltenen Daten auf unterschiedlichen technischen Realisationen und wertet sie hinsichtlich einer formulierten Zielfunktion aus.

Habitatwahl der Seevögel in der deutschen Nord- und Ostsee als Grundlage zur Bewertung von Eingriffen

Förderkennzeichen: 0327627
Laufzeit: 01.01.2007 – 30.06.2009
Zuwendungssumme: 277.590 €
Projektpartner: Forschungs- und Technologiezentrum Westküste

Kurzfassung: Eine detaillierte Beschreibung der Habitatwahl von Seevögeln ist unerlässlich, um abschätzen zu können, in wie weit Habitatverluste für Seevögel in der deutschen Nord- und Ostsee durch anthropogene Eingriffe verursacht werden, und in wie weit solche Habitatverluste kompensiert werden können. Dies soll im vorliegenden Projekt durch Analysen archivierter Daten sowie gezielte neue Freilanderhebungen bearbeitet werden. Ziele sind dabei die Beschreibung der wichtigsten Parameter der Habitatwahl von Seevögeln in den deutschen Seegebieten, die Analyse der Nahrung wichtiger Seevogelarten, die Abschätzung der Habitatbindung und die Entwicklung von Sensitivitätsanalysen, sowie die Ermittlung der Zusammenhänge zwischen Habitatwahl und räumlich-zeitlicher Variabilität der Seevogel-Vorkommen.

Entwicklung einer Methode zur automatischen Quantifizierung des Vogelzuges im Bereich von Offshore-Windparks und der Barrierewirkung der technischen Anlagen für den Vogelzug mittels fast fixed beam Radar

Förderkennzeichen: 0327632
Laufzeit: 01.12.2006 – 31.01.2009
Zuwendungssumme: 232.680 €
Projektpartner: Institut für Angewandte Ökologie Forschungsgesellschaft mbH Broderstorf bei Rostock

Kurzfassung: Auf der Basis eines Radargerätes Bridgemaster 25 kW wurde in Zusammenarbeit mit dem Softwarebüro Steuri ein Prototyp eines fast fixed beam Radar erarbeitet. Ein entwickeltes Steuerprogramm (BirdScan) reguliert die Funktion des Radars (u.a. Messzyklen, Einstellung der Elevationen, Datenerfassung). Das fixed beam Radar wird im Feldeinsatz getestet, technisch verbessert und durch Parallelmessungen mit anderen Radartypen (z.B. Superfledermaus der Schweizerischen Vogelwarte Sempach) kalibriert. Die Ergebnisse aus dem Dauerbetrieb werden projektbezogen ausgewertet und dazu effiziente Analyse der Radaraufnahmen entwickelt. So wird u.a. ein mathematischer Algorithmus getestet, mit dem eine automatische Unterscheidung von Vogelsignal und Nicht-Vogelsignal möglich ist.

Verbundprojekt: Entwicklung von Methoden zur Untersuchung des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Onshore-Windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0327638A; 0327638B

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.08.2009

Zuwendungssumme: 1.100.341 €

Projektpartner: Friedrich-Alexander-Universität Erlangen-Nürnberg – Naturwissenschaftliche Fakultät – Department Biologie – Zoologie II (Koordinator);
Leibniz Universität Hannover – Institut für Umweltplanung

Kurzfassung: Ziel des Forschungsvorhabens ist es, Methoden zur Untersuchung, Vorhersage und Reduktion des Kollisionsrisikos von Fledermäusen an Windenergieanlagen zu entwickeln. Das Forschungsvorhaben wird die Datengrundlage zur Interaktion von Fledermäusen mit Windenergieanlagen wesentlich verbessern. Dies ist Voraussetzung für eine fachliche Konfliktbewertung im konkreten Einzelfall. Zudem sind darauf aufbauend Aussagen zu Möglichkeiten der Konfliktvermeidung bzw. -minimierung ableitbar. Es sollen zeitliche und räumliche Kriterien zur Vorhersage des Gefährdungspotenzials an Windenergiestandorten ermittelt werden. Diese Kriterien können dann in die Entscheidungsfindung während der Planungsphase und in die Anlagensteuerung beim Betrieb von Windparks Eingang finden.

Verbundprojekt: Greifvögel und Windkraftanlagen: Problemanalyse und Lösungsvorschläge

Förderkennzeichen: 0327684; 0327684A; 0327684B

Laufzeit: 01.04.2007 – 30.04.2009

Zuwendungssumme: 802.100 €

Projektpartner: Michael-Otto-Institut im NABU (Koordinator); BioConsult SH;
Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung

Kurzfassung: Windkraftanlagen bewirken ein Kollisionsrisiko für Greifvögel, vor allem Rotmilane (Art mit Verbreitungsschwerpunkt in Deutschland). Das Michael-Otto-Institut im NABU, die Firma BioConsult SH und das Leibniz-Institut für Zoo- und Wildtierforschung gehen den Ursachen der Kollisionen auf den Grund und statten Rotmilane, Seeadler und Wiesenweihen mit Sendern aus, um so ihre Flugbewegungen in der Nähe von Windkraftanlagen zu studieren. Auch experimentelle Veränderungen an Windkraftanlagen sind vorgesehen, um Wege zu finden, Kollisionen von Greifvögeln an Windkraftanlagen in Zukunft möglichst zu vermeiden. Weitere Projektpartner sind die Arbeitsgemeinschaft Biologischer Umweltschutz, der Förderverein Greifvogelmonitoring und die Firma Ökotop sowie die Staatliche Vogelschutzwarte in Brandenburg.

Rechnerische Bewertung des Risikos herabstürzender Gondeln von Offshore-Windenergieanlagen bei der Kollision mit Schiffen

Förderkennzeichen: 0329928

Laufzeit: 01.05.2004 – 30.06.2007

Zuwendungssumme: 156.805 €

Projektpartner: Technische Universität Hamburg-Harburg – Institut für Konstruktion und Festigkeit von Schiffen

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Verbundvorhaben MINOS plus: Marine Warmblüter in Nord- und Ostsee – Grundlagen zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0329946; 0329946B; 0329946C; 0329946D

Laufzeit: 01.06.2004 – 29.02.2008

Zuwendungssumme: 3.362.788 €

Projektpartner: Landesamt für den Nationalpark Schleswig-Holsteinisches Wattenmeer (Koordinator);
Christian-Albrechts-Universität zu Kiel – Forschungs- und Technologiezentrum Westküste; Deutsches Meeresmuseum Stralsund;
Leibniz-Institut für Meereswissenschaften an der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel (IFM-GEOMAR)

Kurzfassung: Das Verbundvorhaben "Marine Wirbeltiere in Nord- und Ostsee – Weiterführende Arbeiten an Seevögeln und Meeressäugern zur Bewertung von Offshore-Windkraftanlagen" (MINOS+) (Laufzeit 2004-2008) knüpft an seinen Vorgänger MINOS (Laufzeit 2002-2004) bearbeitet folgende Fragestellungen:

1. Entwicklung praxistauglicher Bewertungsverfahren und Verfahrenselektroden für laufende und künftig zu erwartende Windenergieprojekte.
2. Erstellen eines vollständigen Bildes der Verbreitung, der Variabilität und der Raumnutzung von Meeresvögeln, Seehunden und Schweinswalen in der deutschen Nord- und Ostsee.
3. Überleitung der im Vorhaben entwickelten Methoden in Monitoringvorschläge.
4. Langfristige Bereithaltung der Vorhabensdaten in einer Datenbank als Grundlage für künftige Aus- und Bewertungen.

Standardverfahren zur Ermittlung und Bewertung der Belastung der Meeresumwelt durch Schallimmissionen von Offshore-WEA

Förderkennzeichen: 0329947A
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.01.2007
Zuwendungssumme: 218.098 €
Projektpartner: Leibniz Universität Hannover – Fakultät für Bauingenieurwesen und Geodäsie – Institut für Statik und Dynamik

Kurzfassung: Der beim Bau und Betrieb von Offshore-WEA entstehende Hydroschall kann eine Gefahr für die Meeresumwelt darstellen. Um eine messtechnische Grundlage und eine Datenbasis für die Analyse der Einflüsse des Hydroschalls zu schaffen, haben die Institute ISD Hannover, ITAP Oldenburg und DEWI Wilhelmshaven ein Forschungsvorhaben durchgeführt. Das Vorhaben gliederte sich in folgende Bereiche:

- Vereinheitlichung der physikalisch-technischen Begriffe und Bezugsgrößen
 - Bestimmung des Hintergrundpegels des Unterwasserschalls in der Nord- und Ostsee
 - Hydroschallausbreitung in der Bau- und Betriebsphase von Offshore-WEA
- Die Resultate der Forschungsarbeiten sind in der Schriftenreihe des Instituts für Statik und Dynamik der Leibniz Universität Hannover 8/2007 dargestellt worden.

Artbezogene Erheblichkeitsschwellen von Zugvögeln für das Seegebiet der südwestlichen Ostsee bezüglich der Gefährdung des Vogelzuges im Zusammenhang mit dem Kollisionsrisiko an Windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0329948
Laufzeit: 01.07.2004 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 317.913 €
Projektpartner: Institut für Angewandte Ökologie Forschungsgesellschaft mbH Broderstorf bei Rostock

Kurzfassung: Das Ziel der Modellierung ist eine Einschätzung, wie viele Vögel im Verlauf einer Zugperiode an Windparks im Seegebiet der südwestlichen Ostsee kollidieren können. In die Berechnung der Kollisionswahrscheinlichkeit fließen Daten zu den Windparks sowie Daten der betrachteten Vogelarten ein. Die Kollisionsraten werden für zwei verschiedenen Windstärken berechnet, wobei die Situation bei Gegen- und Rückenwind unterschieden wird. Die anschließende Populationsmodellierung berücksichtigt auch die Entwicklung skandinavischer Herkunftspopulationen bezüglich unterschiedlicher Steigerungen der Mortalitätsraten (basierend auf Schätzungen für Kollisionsraten für Offshore-Windparks in der westlichen Ostsee). Aus den Erkenntnissen des Vorhabens werden Empfehlungen für Entscheidungsträger abgeleitet.

Verbundvorhaben QuantAS – Off: Quantifizierung von Wassermassen – Transformationsprozessen in der Arkonasee – Einfluss von Offshore-Windkraftanlagen

Förderkennzeichen: 0329957; 0329957A; 0329957B
Laufzeit: 01.09.2004 – 31.08.2009
Zuwendungssumme: 920.332 €
Projektpartner: Leibniz-Institut für Ostseeforschung an der Universität Rostock (Koordinator); Universität Rostock – Fachbereich Maschinenbau und Schiffstechnik – Lehrstuhl für Strömungsmechanik; Leibniz Universität Hannover – Institut für Strömungsmechanik und Elektronisches Rechnen im Bauwesen

Kurzfassung: Im Rahmen von QuantAS-Off untersuchen Forscher des Leibniz-Institutes für Ostseeforschung Warnemünde (IOW) zusammen mit Kollegen der Unis Rostock und Hannover, in wie weit Offshore-Windparks im Bereich der Westlichen Ostsee infolge von bauwerksbedingter Vermischung die Zufuhr von salz- und sauerstoffhaltigem Bodenwasser in die Ostsee behindern könnten. Eine zu starke Verdünnung des Bodenwassers kann zu Auswirkungen auf das Ökosystem der gesamten Ostsee führen. Die IOW-Forscher konzentrieren sich auf Feldmessungen und Modellsimulationen in der Ostsee, während die Forscher der Partner-Unis die Auswirkungen einzelner Fundamente auf die Strömungen mit Hilfe eines für QuantAS-Off entwickelten Strömungskanal (Rostock) und hochaufgelösten Computersimulationen (Hannover) untersuchen.

Untersuchungen über die Kollisionsgefahr von Zugvögeln und die Störwirkung auf Schweinswale in den Offshore-Windenergieanlagen Horns Rev, Nordsee, und Nysted, Ostsee, in Dänemark

Förderkennzeichen: 0329963A; 0329963
Laufzeit: 01.02.2005 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 1.689.362 €
Projektpartner: BioConsult SH (Koordinator); Universität Hamburg – Fakultät für Mathematik, Informatik und Naturwissenschaften – Fachbereich Biologie – Biozentrum

Kurzfassung: Das Projekt wurde 2005/2006 mit Radar- und Sichtbeobachtungen zum Vogelzug und Hydrofonen zur Registrierung von Schweinswalen durchgeführt. 65 % der beobachteten Vogelarten wurden auch innerhalb der Windparks registriert. Auf dem Zug befindliche Vögel mieden den Windparks eher als solche, die längerfristig anwesend waren. Bei starkem Zug wurden Vögel häufiger in größeren Höhen und oberhalb der Windräder registriert als bei schwachem Zug. Der Betrieb der Turbinen führte auch im Nahbereich zu keiner Veränderung in der relativen Dichte von Schweinswalen. Sie werden weder angelockt noch vertrieben. Dagegen war in beiden Windparks ein deutlich unterschiedliches Aktivitätsmuster in Anlagennähe nachweisbar.

Benthosökologische Auswirkungen von Offshore-Windenergieparks in der Nordsee (BeoFINO II)

Förderkennzeichen: 0329974A; 0329974B
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 1.251.246 €
Projektpartner: Stiftung Alfred-Wegener-Institut für Polar- und Meeresforschung (Stiftung AWI) (Koordinator); Leibniz-Institut für Ostseeforschung an der Universität Rostock

Kurzfassung: Ziel des Projekts ist die Einschätzung längerfristiger ökologischer Effekte zukünftiger Offshore-Windparks. Die Untersuchung der Aufwuchsauna an der Forschungsplattform FINO 1 in der Deutschen Bucht mittels Tauchern und digitaler Unterwasserfotos zeigte die Ansiedlung von Hartsubstratorganismen und mobilen Räumern, die für dieses Weichbodengebiet untypisch sind und eine enorme zusätzliche Biomasse darstellen. Anhand von Bodenproben wurde nachgewiesen, dass sich auch in der Umgebung der Plattform die Zusammensetzung der Weichbodenfauna geändert hat. Mit Hilfe eines Forschungsecholots wurden die Ansammlung und das Verhalten pelagischer Fische an der Unterwasserkonstruktion dokumentiert. Kumulative Effekte mehrerer Anlagen sowie deren räumliche Ausdehnung wurden mathematisch modelliert.

Auswirkungen auf den Vogelzug – Begleitforschung im Offshore-Bereich auf Forschungsplattformen in der Nordsee "FINOBIRD"

Förderkennzeichen: 0329983
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 1.202.685 €
Projektpartner: Institut für Vogelforschung "Vogelwarte Helgoland" – Inselstation Helgoland

Kurzfassung: Nord- und Ostsee liegen im Zentrum von Vogelzugwegen. Zur Beurteilung möglicher Auswirkungen der geplanten Offshore-Windparks auf das Schutzgut „Vogelzug“ wurden folgende Fragen bearbeitet:

- beteiligte Arten
- jahres- und tageszeitliche Zugintensität
- Individuenzahlen
- horizontale und vertikale Verteilung des Zugs
- Attraktion durch und Kollisionen mit Hindernissen
- Wettereinfluss
- Maßnahmen zur Verminderung und Vermeidung negativer Einflüsse

Da ein Großteil des Zuges nachts und zudem in sehr variabler Intensität abläuft, waren aufwändige technische Verfahren (z.B. automatisierte Daueraufzeichnung durch Radar, Wärmebildkameras und Mikrofone) auf der Offshore-Forschungsplattform „FINO 1“ und an anderen Standorten nötig. Ergänzend wurde der Tagzug durch Sichtbeobachtung erfasst.

GIS-gestützter autökologischer Atlas für Makrozoobenthos der deutschen Meeresgebiete

Förderkennzeichen: 0329997
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 307.611 €
Projektpartner: Institut für Angewandte Ökologie Forschungsgesellschaft mbH Broderstorf bei Rostock

Kurzfassung: Der „Autökologische Atlas“ ist eine Zusammenstellung zur Ökologie und Biologie (z.B. Habitatansprüche, Reproduktion) makrozoobenthischer Arten in den deutschen Meeresgebieten. In den Artenblättern werden Literaturdaten mit den Ergebnissen statistischer Analysen kombiniert. Darüber hinaus wird für zahlreiche Arten die Beziehung zu abiotischen Parametern modelliert und über das Modell eine Verbreitungsvorhersage getroffen. Somit liegt ein Werkzeug zur Klärung von Fragen des Naturschutzes vor. Es ermöglicht die Bewertung des Status und der Verbreitungspotenzialen und lässt Rückschlüsse auf die Reaktion auf Veränderungen von Lebensräumen zu. Diese Informationen sind beispielsweise zur Klärung von Raumnutzungsansprüchen oder die Festlegung eines Schutzstatus für Lebensräume essenziell.

4.7 Studien und Tagungen

Vom BMU wurden Studien zur Windenergie-Forschungslandschaft und zur Akzeptanz von Windenergieanlagen mit vertikalen Achsen der Rotoren (s. Kapitel 8 Querschnittsaktivitäten) gefördert.

Die 2. Wissenschaftstage des Bundesumweltministeriums zur Offshore-Windenergienutzung im Februar 2007 in Berlin gaben einen Überblick über den Stand der Offshore Entwicklung in Europa und zum Stand der Forschung in Deutschland. Unter Berücksichtigung der ersten Veranstaltung zur Präsentation der neu gestarteten Vorhaben der ökologischen Begleitforschung im Mai 2002 in Bremerhaven und den ersten Wissenschaftstagen des Bundesumweltministeriums 2004 in Berlin, war dies die dritte große Tagung, die der Fachwelt einen Überblick zu den vom BMU geförderten Forschungsaktivitäten auf dem Gebiet der Windenergienutzung auf See gab.

Gutachten zum Thema: Strukturanalyse und Prüfung von Optionen für eine Stärkung der Windenergieforschung in Deutschland

Förderkennzeichen: 0325017
Laufzeit: 15.09.2007 – 29.02.2008
Zuwendungssumme: 138.587 €
Projektpartner: IWR.de GmbH

Kurzfassung: Das Ziel der Studie ist es, eine strukturelle Analyse der deutschen Windforschung im internationalen Vergleich durchzuführen und eine Positionsbestimmung vor dem Hintergrund sich ändernder internationaler Rahmenbedingungen vorzunehmen. Darauf basierend werden wichtige Handlungsfelder identifiziert und zehn Empfehlungen zur Weiterentwicklung der Windenergieforschung in Deutschland vorgestellt. Die Studie gliedert sich in die Kernbereiche:

- nationale und internationale Strukturanalyse sowie Windforschungskataster,
- Klassifizierung internationaler Forschungsstrukturen (Modelltypen I bis IV),
- Szenarien, Änderung von Rahmenbedingungen,
- Handlungsfelder zur Stärkung der Windenergieforschung,
- Empfehlungen sowie kurz- bzw. mittelfristiger Maßnahmenkatalog.

2. Wissenschaftstage des Bundesumweltministeriums zur Offshore-Windenergienutzung 2007

Förderkennzeichen: 0327608
Laufzeit: 01.08.2006 – 30.09.2007
Zuwendungssumme: 55.985 €
Projektpartner: Technische Universität Berlin – Fakultät VI –
 Institut für Landschaftsarchitektur und Umweltplanung

Kurzfassung: Am 20. und 21. Februar 2007 haben in Berlin die „2. Wissenschaftstage zur Offshore-Windenergienutzung“ stattgefunden. Das Bundesumweltministerium hat die Technische Universität Berlin mit der Vorbereitung und Durchführung der Veranstaltung beauftragt. Wissenschaftler haben dort ihre jüngsten Projektergebnisse vorgestellt. Diese beschreiben die für die Windenergie relevanten natürlichen Gegebenheiten in den marinen Ökosystemen. Darüber hinaus demonstrieren sie neue technische Methoden zur Erfassung von Umwelteffekten sowie neue Ansätze, wie die Nutzung der Offshore-Windenergie umweltverträglich gestaltet werden kann.

5. Solarthermische Kraftwerke

Solarthermische Kraftwerke nutzen Solarstrahlung zur Stromerzeugung in einem ansonsten konventionellen Kraftwerksprozess. Dabei wird mit Hilfe von Spiegeln die Solarstrahlung konzentriert. Mit den so entstehenden hohen Temperaturen wird Dampf erzeugt, der eine Turbine mit Generator antreibt. Es gibt sehr unterschiedliche Bauformen solarthermischer Kraftwerke. Je nach Art des fokussierenden Spiegelsystems unterscheidet man zwischen linienfokussierenden Anlagen mit Parabolrinnen oder Fresnelkollektoren und punktfokussierenden Systemen wie Dish-Stirling- oder Turmkraftwerken.

Solarthermische Kraftwerke haben gegenüber anderen erneuerbaren Energien zwei Vorteile. Die erzeugte Wärme lässt sich speichern und damit der Kraftwerksbetrieb von der Einstrahlung entkoppeln. Auf diese Art und Weise wird eine Stromproduktion zu jedem gewünschten Zeitpunkt ermöglicht, was für die Einsatzplanbarkeit eines Kraftwerks eine wichtige Anforderung ist. Weiterhin kann der Betrieb rund um die Uhr durch Zuführung fossiler oder biogener Energieträger gesichert werden.



Parabolrinnenkollektor

Die Voraussetzungen zum Bau von solarthermischen Kraftwerken sind zurzeit gut. Neben der kontinuierlichen Weiterentwicklung der Technologie haben verbesserte politische Rahmenbedingungen und internationale Förderfonds zu dieser Entwicklung beigetragen.

Parabolrinnenkraftwerke sind die am weitesten entwickelte Solartechnologie. Die ersten Kraftwerke wurden bereits zwischen 1984 und 1991 in Kalifornien gebaut und sind heute noch in Betrieb. 15 Jahre dauerte es dann, bis im Juni 2007 mit Solar One in Nevada wieder ein solarthermisches Kraftwerk mit 64 MW Kapazität ans Netz ging. 2008 wird mit Andasol 1 ein modernes Solarkraftwerk in Spanien den Betrieb aufnehmen. Mehr als 400 MW Kraftwerkskapazität (Parabolrinne mit Thermostoff) befinden sich in Spanien im Bau.

Fresnel-Kollektoren konzentrieren das Sonnenlicht mit flachen Spiegelfacetten, die der Sonne nachgeführt werden, auf ein mehrere Meter darüber liegendes Absorberrohr. Der Aufbau des Kollektors ist einfach, für die Massenfertigung geeignet und hat Kostenvorteile gegenüber den konstruktiv anspruchsvollen Parabolrinnen.

Ob sich das auf die Stromgestehungskosten auswirkt, wird die Zukunft zeigen, denn die einfache Konstruktion ist mit Effizienzeinbußen verbunden. Ein 2 MW Demo-Kraftwerk befindet sich in Spanien in Bau. Produktionsstätten sind für Spanien und die USA angekündigt.

Solarturmkraftwerke können, wenn man Luft als Wärmeträgermedium einsetzt, Temperaturen von über 1000 °C erreichen. Verwendet man ein geschlossenes System mit druckbeaufschlagtem Receiver, ist ein Gas- und Dampfturbinenprozess möglich, der eine 25 – 35 % höhere Stromausbeute gegenüber Parabolrinnenkraftwerken verspricht und Vorteile beim Kühlwasserverbrauch hat. Als erstes kommerzielles Solarturmkraftwerk ist die Anlage PS10 seit 2007 in Spanien mit einer Leistung von 11 MW in Betrieb gegangen. Dieses Kraftwerk nutzt jedoch noch einen Satteldampfreceiver. Unmittelbar daneben steht PS 20 kurz vor der Fertigstellung. Diese Anlage erzeugt bereits überhitzten Dampf. Eine Versuchsanlage zur direkten Erzeugung von überhitztem Dampf befindet sich in Israel im Bau, in Jülich wird ein Turmkraftwerk (1,5 MW) mit einem offenem volumetrischem Luftreceiver und Dampfturbine noch 2008 ans Netz gehen.

Die Bundesregierung fördert Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet solarthermischer Kraftwerke seit den 70er Jahren. Aus einer ursprünglich multinationalen Zusammenarbeit wurde in den 80er Jahren eine enge deutsch-spanische Kooperation mit dem gemeinsam betriebenen Testzentrum Plataforma Solar de Almería (PSA) in Andalusien, die etwa bis zur Jahrtausendwende währte. Auch heute wird PSA von deutschen Forschungseinrichtungen und Unternehmen als wichtige Testeinrichtung genutzt, da es eine vergleichbare Infrastruktur und hervorragende klimatische Bedingungen in Deutschland nicht gibt.

Deutsche Unternehmen und Forschungseinrichtungen sind an zahlreichen Entwicklungen bei solarthermischen Kraftwerken beteiligt und nehmen in Forschung und Entwicklung sowie bei der Herstellung von Schlüsselkomponenten eine internationale Spitzenstellung ein. Die Stärken liegen vor allem im Engineering, bei Schlüsselkomponenten und bei Materialien. Jedoch erwächst vor allem in Spanien eine ernstzunehmende Konkurrenz für die deutsche Industrie.

Die in den kommenden Jahren erwartete installierte Kraftwerkskapazität wird unterschiedlich eingeschätzt. Allein für Andalusien wird ein Ausbau von über 5 GW erwartet. Große Hoffnungen werden auf die USA und mittelfristig auf die MENA-Staaten (Middle East and North Africa) gesetzt. Obwohl durch die Errichtung solarthermischer Kraftwerke die Unternehmen angehalten werden, Produktionsstätten vor Ort einzurichten, ist und bleibt die Wertschöpfung in Deutschland hoch.

Solarthermische Kraftwerke können ihre Leistungsfähigkeit erst im MW-Bereich beweisen. Die Kosten für ein 50 MW Kraftwerk liegen heute im Bereich von 300 Mio. Euro. Erhebliche Kosteneinsparungen stecken in der Vergrößerung der Kraftwerksleistung in den Bereich von über 100 MW. Ansonsten wird die Kostendegression wie im konventionellen Kraftwerksbau mit der installierten Kraftwerkskapazität einhergehen und durch Komponentenverbesserungen erzielt. Die erheblichen Kosten für solarthermische Kraftwerke können von den finanzschwachen Ländern im Sonnengürtel der Erde in der Regel nicht aufgebracht werden. Damit ist die erfolgreiche Finanzierung dieser Technologie eine mindestens genauso große Herausforderung wie die Forschung zu ihrer Weiterentwicklung.



Receiver für Parabolrinnenkollektor;
Quelle: Schott AG

Verbundprojekt: Cogeneration Minitower (CO-MINIT)

Förderkennzeichen: 03UM0017
Laufzeit: 01.03.2004 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 670.947 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik

Kurzfassung: Für ein geplantes solarhybrides Gasturbinenkraftwerk wurde innerhalb CO-MINIT ein fernwartbares Messdatensystem aufgebaut. Für eine Abnahme des Receivers als Druckgerät wurden Spannungsanalysen des Receivers und Bruchversuche an Quarzglas durchgeführt. Ein weiteres Ziel war, durch die Weiterentwicklung der Komponenten die Kosten solcher Systeme weiter zu senken. So konnte das Potential und die prinzipielle Machbarkeit einer infrarot reflektierenden Beschichtung für Quarzglas gezeigt werden. Die Abschätzung des Potentials eines gekoppelten Heliostatensystems ergab eine mögliche Kostenreduktion von ca. 14 %. Weiterhin wurde das Potential kleiner Systeme mit kombinierter Nutzung von Strom, Wärme, Kälte und/oder Meerwasserentsalzung in verschiedenen Varianten untersucht und bewertet.

Weiterentwicklung und Erprobung des hybriden Dish-Stirling-Systems – SUNMACHINE

Förderkennzeichen: 03UM0039
Laufzeit: 01.07.2005 – 30.09.2007
Zuwendungssumme: 142.329 €
Projektpartner: Eckhart Weber WEBER SOLARTECHNIK

Kurzfassung: Das System SUNMACHINE ist ein hybrides Dish-Stirling-System, das erlaubt, Strom und Wärme (bzw. Kälte) über direkte Solarstrahlung einerseits und über regenerative bzw. fossile Energieträger andererseits zu gewinnen. Das Spiegelsystem konzentriert das einfallende Sonnenlicht. Im Fokus dieses Systems erfolgt die Umwandlung der Solarenergie in elektrische Energie und nutzbare Wärmeenergie über einen Stirling-Motor. Sofern keine Solarenergie zur Verfügung steht, wird für den Stirling-Motor regenerativer oder fossiler Brennstoff als Primärenergie genutzt. Mit diesem System können energiebedingte Umwelt- und Klimabelastungen nachhaltig reduziert werden, da es zur Energieerzeugung die Solarstrahlung einerseits direkt und andererseits über regenerative Brennstoffe indirekt nutzen kann.

Verbundprojekt: Solare Direktverdampfung vor der Anwendung – DIVA

Förderkennzeichen: 03UM0040; 03UM0041
Laufzeit: 01.07.2005 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 880.042 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT) (Koordinator); Schott-Rohrglas Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Für die solare Direktverdampfung in Parabolrinnenkraftwerken wird Wasser als Wärmeträgermedium verwendet und ohne Zwischenkreislauf zur Stromerzeugung genutzt. Dies spart Kosten, da alle Öl-relevante Komponenten entfallen und höhere Temperaturen und damit höhere Wirkungsgrade erzielt werden. SCHOTT Solarthermie hat in Kooperation mit dem Fraunhofer ISE eine selektive Beschichtung für Absorberrohre entwickelt, die bei Temperaturen bis 500°C die gewünschte Langzeitstabilität und geringere thermische Verluste aufweist. Mit Flagsol und Siemens wurde vom DLR das Kostensenkungspotenzial der Direktverdampfung bewertet und optimale Betriebsparameter bestimmt. Die im Rahmen des Projektes erzielten Ergebnisse tragen dazu, die Stromgestehungskosten für Solarthermische Kraftwerke weiter zu reduzieren.

"Ertragsoptimierung für Parabolrinnen-Solarfelder durch Online-Überwachung und Betriebsoptimierung – OPAL-d1-;"

Förderkennzeichen: 03UM0045
Laufzeit: 01.07.2005 – 31.10.2007
Zuwendungssumme: 405.093 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: Die energetische und wirtschaftliche Effizienz von Parabolrinnenkraftwerken wird entscheidend durch die Genauigkeit der Strahlungskonzentration bestimmt. Techniken zur Qualitätssicherung wurden nun für den Einsatz bei der Serienfertigung von Kollektormodulen qualifiziert. Im Rahmen von OPAL-dynamic wurde die berührungslose Technik zur Vermessung der Parabolspiegel (Fotogrammetrie) automatisiert und auf eine minutenschnelle Messzeit ausgelegt. Darüber hinaus wurde die digitale Bildauswertung zur Analyse der Strahlungsgänge im Bereich des Absorberrohres und damit des optischen Kollektorwirkungsgrades verfeinert, so dass diese Methode ebenfalls großtechnisch zur Überprüfung von Parabolrinnenfeldern im Betrieb einsetzbar ist.

Verbundprojekt: Vorbereitung eines Fresnel-Demonstrationskollektors – Fresnel II

Förderkennzeichen: 03UM0050; 03UM0051; 03UM0052
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 381.889 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); PSE AG; Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: FhG ISE, PSE und DLR haben mit Unterstützung des BMU ein Projekt zur Entwicklung von linearen Fresnel-Kollektoren abgeschlossen. In dem Projekt wurden die wichtigsten Komponenten eines linearen Fresnel-Kollektors für die Anwendung bei Temperaturen bis 450°C experimentell bewertet und weiterentwickelt. Auf Basis dieser Entwicklungen wurden Absorber und Sekundärspiegel für den Fresnel-Demonstrations-Kollektor auf der deutschspanischen Forschungsplattform „Plataforma Solar de Almería“ hergestellt. Ein Technologievergleich stellt die Fresnel-Technik der Parabolrinne qualitativ und quantitativ gegenüber. Die Projektergebnisse zeigen, dass lineare Fresnel-Kollektoren eine attraktive Variante der solarthermischen Stromerzeugung in sonnenreichen Ländern darstellen können.

Vorbereitende FuE zur Markteinführung solarer Gasturbinensysteme – FUTUR-

Förderkennzeichen: 03UM0055
Laufzeit: 01.07.2005 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 249.294 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Standort Stuttgart – Institut für Technische Thermodynamik

Kurzfassung: Bei Turmkraftwerken wird die Solarstrahlung mit Hilfe einer Vielzahl von Flachspiegeln (Heliostate) auf einen Turm konzentriert. Die konzentrierte Solarstrahlung kann mit Rohrreivern zur Luffterhitzung für den Antrieb einer Gasturbine genutzt werden. Projektziel ist die Entwicklung von metallischen Rohrreivern, die Temperaturen bis 900°C ermöglichen sollen. Verschiedene Rohrkonzepte werden bzgl. strömungs- und wärmetechnischer Eigenschaften analysiert, unter Berücksichtigung der Fertigungsmöglichkeiten. Prototyprohre im Originalmaßstab werden angefertigt und getestet. Auf dieser Grundlage wird das Design eines kompletten Rohrreiverns für den Einsatz in Mikroturbinensystemen entwickelt und unter Berücksichtigung repräsentativer Betriebszustände sicherheitstechnisch bewertet.

Optimierte Zielpunktverteilung für effizienten Receiverbetrieb in solaren Turmkraftwerken – OZELOT

Förderkennzeichen: 03UM0060
Laufzeit: 01.01.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 303.107 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: Bei solaren Turmsystemen wird mit Hilfe zweiachsig nachgeführter Heliostate die direkte Sonnenstrahlung auf die Spitze eines Turms konzentriert. Im dortigen Brennfleck wandelt ein Receiver die Strahlung in thermische Energie, aus der anschließend in einem konventionellen Kraftwerksprozess elektrische Energie erzeugt wird. Die örtliche Strahlungskonzentration hängt ab von der Anordnung der Zielpunkte der einzelnen Heliostate auf der Absorberebene und hat direkten Einfluss auf die Effizienz der Energiewandlung. Die Verteilung und Zuordnung der Zielpunkte geschieht bisher weitgehend manuell. Daher wird in diesem Projekt ein Verfahren zur Auslegung und Optimierung von Zielpunktstrategien für solare Turmkraftwerke entwickelt und in einem neuen bedienungsfreundlichen Programm umgesetzt.

Solarthermisches Versuchskraftwerk Jülich

Förderkennzeichen: 03UM0061
Laufzeit: 01.11.2005 – 31.10.2010
Zuwendungssumme: 4.053.928 €
Projektpartner: Stadtwerke Jülich GmbH

Kurzfassung: Solarthermische Kraftwerke sind laut IEA die kostengünstigste Art, aus direkter Sonnenstrahlung im Sonnengürtel der Erde Strom zu erzeugen. Um ihren Kostenvorteil auszuspielen, müssen sie hierfür in sehr großen Einheiten gebaut werden. Zur Markteinführung ist eine Demonstration der Technologie als funktionstüchtiges Gesamtsystem notwendig. Deshalb wird derzeit in Jülich bei Aachen von einem Konsortium aus Forschungseinrichtungen (DLR e.V., Solar-Institut Jülich der FH Aachen; Entwickler), Energieversorger (Stadtwerke Jülich GmbH; Betreiber) und Industrie (Kraftanlagen München GmbH; Lizenznehmer, Vermarkter und im Projekt Generalunternehmer) die weltweit erste Demonstrationsanlage eines sehr innovativen Solarturmkraftwerks mit einer elektrischen Leistung von 1,5 MW gebaut.

Solarthermische Kraftwerke für die Meerwasserentsalzung – AQUA-CSP

Förderkennzeichen: 03UM0062
Laufzeit: 01.07.2006 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 197.595 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: Das Projekt AQUA-CSP zeigt, dass eine großangelegte Entsalzung von Meerwasser auf der Basis von Sonnenenergie in Kombination mit Effizienzsteigerungen im Wasserektor eine nachhaltige Vermeidung der zunehmenden Wasserverknappung erlaubt. Die Wasserentsalzung auf der Basis solarthermischer Kraftwerke kann sich mittelfristig zur kostengünstigsten und umweltfreundlichsten nicht-konventionellen Trinkwasserquelle im Mittleren Osten und Nordafrika entwickeln. Die Studie quantifiziert Bedarf und Potenziale bis 2050 und zeigt ein umweltverträgliches innovatives Konzept auf, bei dem sowohl der hohe Brennstoffverbrauch von Entsalzungsanlagen als auch der bisher übliche Einsatz schädlicher Chemikalien mit Hilfe konzentrierter Sonnenenergie weitgehend vermieden werden kann.

Entwicklung einer drehbaren, flexiblen und wartungsarmen Verbindung – Drehflex

Förderkennzeichen: 03UM0063
Laufzeit: 01.03.2006 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 186.058 €
Projektpartner: Senior Berghöfer GmbH

Kurzfassung: Entwicklung von flexiblen Verbindungen in Parabolrinnenkraftwerken zwischen Receivern und dem stationären Rohrleitungssystem. Diese Komponenten sind aufgrund der Betriebstemperatur von bis zu 400°C extremen Beanspruchungen unterworfen. Vor diesem Hintergrund wird im Rahmen dieses Projektes ein Prototyp für eine neue Verbindung entwickelt und auf einem ebenfalls zu entwickelnden Prüfstand einem Härtetest unterzogen werden. Dabei werden typische Sonnennachführung und Längenausdehnungen wirklichkeitsnah, aber im Zeitraffer, simuliert. Resultat ist ein Produkt, das die Vorteile bisheriger Metallwellschläuche in sich vereinen, auch in neueren Kollektortypen eingesetzt werden, einen geringeren Druckverlust und damit insgesamt eine höhere Wirtschaftlichkeit aufweisen soll.

Verbundprojekt: Entwicklung und Integration Thermischer Energiespeicher in Rinnenkraftwerken mit Solarer Direktverdampfung – ITES

Förderkennzeichen: 03UM0064; 03UM0065; 03UM0066
Laufzeit: 01.05.2006 – 30.04.2009
Zuwendungssumme: 2.433.887 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT) (Koordinator); Ed. Züblin AG; Siemens Aktiengesellschaft – Power Generation (PG) ERIN

Kurzfassung: Ziel des Projekts ITES ist die Entwicklung eines Speichersystems für Parabolrinnenkraftwerke mit solarer Direktverdampfung. Für die Vorwärmung und Überhitzung des Wärmeträgermediums Wasser eignen sich sensible Speicher mit Beton als Speichermedium. Für die bei konstanter Temperatur verlaufende Verdampfung bieten Latentwärmespeicher die größten Vorteile. Dazu muss die Latentwärmespeichertechnologie für die hohen Verdampfungstemperaturen weiterentwickelt werden und die maximale Temperatur von Betonspeichern auf 500°C erhöht werden. Beide Komponenten sind aufeinander abzustimmen. Der Machbarkeitsnachweis erfolgt durch den Bau und Test eines Demonstrationsspeichers (bis 400°C) in Spanien. Zudem wird die Prozessleittechnik an die spezifischen Anforderungen solarthermischer Kraftwerke angepasst.

Analyse und Auslegungskriterien für Heliostat-Antriebe und Optimierung der Antriebssysteme – HELIANT

Förderkennzeichen: 03UM0067
Laufzeit: 01.04.2006 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 284.039 €
Projektpartner: Siemens Geared Motors Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Zur Dimensionierung von Heliostaten ist eine genaue Kenntnis und Analyse der auftretenden Lasten erforderlich. Für einen einzelnen Heliostaten wurden Windkanaltests durchgeführt. Windstärke, -richtung und Elevationswinkel wurden in weiten Grenzen variiert, um ein realistisches Abbild der realen Verhältnisse zu erhalten. Zur Unterstützung der experimentellen Untersuchungen wurden CFD-Rechnungen durchgeführt. Auf Basis dieser Daten und aufgrund von Verformungsmesswerten eines vorhandenen Getriebes wurde eine Methode entwickelt, die es erlaubt, die jährlichen Verluste durch Windlastverformung abzuschätzen und somit Getriebevarianten hinsichtlich dieses Aspekts zu überprüfen. Die hierbei gewonnenen Erkenntnisse flossen in die Erstellung und Analyse weiterer Konstruktionsvarianten ein.

Qualitätssicherung und Betriebsoptimierung für solare Turmkraftwerke – SAPHIR –

Förderkennzeichen: 03UM0068
Laufzeit: 01.05.2006 – 31.10.2008
Zuwendungssumme: 496.536 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) –
 Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: Ziel des Projekts ist es, die Qualität der Strahlungskonzentration von Solarturmkraftwerken zu messen und zu optimieren und so zu einer Ertragssteigerung und zur Kosten- und Risikoreduzierung beizutragen. Dafür wurde ein Messsystem entwickelt, das die Spiegelform von Heliostaten so wirtschaftlich messen kann, dass es für die Fertigung und die Endkontrolle von Solarfeldern eingesetzt werden kann. Ein neues Strahlverfolgungsmodell ist in der Lage, diese hochaufgelösten Daten zur Simulation der Strahlungsverteilung auf dem Receiver und zur Optimierung zu verwenden. Außerdem werden Messverfahren für die Fernbeobachtung von Flusssichte- und Temperaturverteilung von kommerziellen Solarturmkraftwerken entwickelt und allgemeine Abnahmeverfahren für Heliostaten und Solarfelder definiert.

Demonstration eines linearen Fresnel-Kollektors – Installation, Betrieb und Vermessung – FRESDEMO –

Förderkennzeichen: 03UM0069
Laufzeit: 01.05.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.243.273 €
Projektpartner: MAN Ferrostaal Power Industry GmbH

Kurzfassung: FRESDEMO, das zukunftsweisende solarthermische Fresnel – Kollektormodul läuft seit Mitte Juli 2007 im Testbetrieb in Almería, der sonnenreichsten Stadt Spaniens. Das Projekt wird vom BMU unter dem Kennzeichen 03UM0069 gefördert. Beteiligt neben MAN Ferrostaal sind deren Technologiepartner Solar Power Group GmbH, sowie das DLR, FraunhoferISE und PSE. Die Demonstrationsanlage ist 100 Meter lang und rund 22 Meter breit. Auf einer Spiegelfläche von 1435 m² soll sie rund ein MW(peak) thermische Leistung erbringen. Die Fresnel-Technologie, die auf der Plataforma Solar de Almería ihre Alltagstauglichkeit unter Beweis stellen soll, zeichnet sich durch besonders niedrige Herstellungskosten aus, weil sie überwiegend aus kostengünstigen Standardkomponenten aufgebaut ist, die weltweit verfügbar sind.

Verbundprojekt: Entwicklung von Mikrospiegelsystemen für Solarthermische Kraftwerke – Mikrohelix

Förderkennzeichen: 03UM0074; 03UM0075
Laufzeit: 01.07.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 394.969 €
Projektpartner: Solar-Institut Jülich der Fachhochschule Aachen (Kordinator);
 Fraunhofer-Institut für Zuverlässigkeit und Mikrointegration (IZM) –
 MMZ Oberpfaffenhofen

Kurzfassung: Ziel des Projekts Mikrohelix ist die Verifikation des Leistungs- und Kostenpotenzials eines neuen technologischen Ansatzes zur Konzentration von Solarstrahlung für solarthermische Kraftwerke. Dabei wird ein Demonstrator für ein fest installiertes, unbewegliches Heliostatsegment mit innen liegenden, nachgeführten Mikrospiegeln entwickelt, vermessen und bewertet. Entsprechend neuester Entwicklungen wird ein Demonstrator aufgebaut, dessen Eigenschaften vermessen werden. Über die Bewertung der technischen Eigenschaften hinaus werden das technische Potenzial beim Einsatz zur solarthermischen Stromerzeugung, das Kostenpotenzial und die Ökobilanz ermittelt. Die Entwicklung ergänzt das Spektrum des an der FH Aachen vorhandenen Know-how im Bereich solarthermischer Anwendungen und optischer Systeme.

Wassereffiziente Kühlung solarthermischer Kraftwerke – EFCOOL –

Förderkennzeichen: 03UM0077
Laufzeit: 01.05.2006 – 31.10.2007
Zuwendungssumme: 130.025 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) –
 Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: Im Rahmen des Projekts EFCOOL wurden Kühltechnologien speziell für den Einsatz in solarthermischen Kraftwerken untersucht und Modell zur Simulation entwickelt. Ein Schwerpunkt der Arbeiten bildet die Untersuchung von Möglichkeiten zur zeitverschobenen Kühlung über geeignete Speichermedien wie z. B. Wasser oder Boden sein. Die auf diese Weise ausgedehnte Nutzung auch kühlerer Zeiträume während der Abend- und Nachtstunden kann eine Möglichkeit zu insgesamt effizienterer Kühlung bieten. Für ausgewählte technische Optionen werden anhand jahreszeitlicher Simulationen für einige ausgewählte exemplarische Standorte mit geringer Wasserverfügbarkeit Kriterien und Strategien für die optimale Auslegung entsprechender Kühlsysteme abgeleitet.

Anti-Reflex-Schicht für transparente Hochtemperatur Receiver-Abdeckungen – ARTRANS

Förderkennzeichen: 03UM0078
Laufzeit: 01.07.2006 – 30.09.2007
Zuwendungssumme: 81.000 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: Im Projekt ARTRANS wurde ein Prototyp einer transparenten Abdeckung zum Einsatz in Receiversystemen für hochkonzentrierte Solarstrahlung entwickelt. Der Prototyp besteht dabei aus 10 Rohrsegmenten aus Quarzglas welche in einem Rahmen aus dem Dämmmaterial Vermiculit gelagert sind. Die Beschichtung auf Basis der Sol-Gel-Technologie wurde am Institut für Nichtmetallische Werkstoffe der TU Clausthal (IMW) entwickelt. Durch die Beschichtung wird eine Erhöhung der Transmission von 93 auf über 97 % erreicht. Die Schicht ist nach dem Tempern stabil gegen Abrieb und besitzt eine Temperaturstabilität bis 1000°C. Durch den Einsatz einer transparenten Receiverabdeckung, kann der Wirkungsgrad von 77.3 % auf 81.6 % gesteigert werden.

Qualifizierung von linearen Fresnel-Kollektoren – Entwicklung und Anpassung von optischen und thermischen Messtechniken – FRESQUALI

Förderkennzeichen: 03UM0079
Laufzeit: 01.09.2006 – 30.09.2008
Zuwendungssumme: 492.850 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Lineare Fresnel-Kollektoren stellen eine interessante Option für den Einsatz in solarthermischen Kraftwerken dar. Ziel des Vorhabens Fresquali ist die Entwicklung von Messtechniken, die an die besonderen Eigenheiten und Geometrien des Fresnel-Kollektors angepasst sind. Dazu gehören die reflektometrische Vermessung der Formtreue der Spiegel, ein mobiles Prototypmessgerät zum Messen des Verschmutzungsgrades der Spiegel sowie die dynamische thermische Kollektorvermessung. Alle Verfahren werden durch Messungen an Demonstrationskollektoren validiert und mit der Kollektor-Ertragsoptimierung verknüpft. Die Projektergebnisse ermöglichen die kostengünstige und zuverlässige Entwicklung und Produktion von Kollektorfeldern und stärken damit die neue Technologie in ihrer Wettbewerbsfähigkeit.

Verbundprojekt: Entwicklung eines kostengünstigen Heliostaten kleiner Bauweise – HELIKO

Förderkennzeichen: 03UM0080; 03UM0081
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 356.491 €
Projektpartner: TOP. Thomas Preuhs e.K. – Elektronik, Montage (Koordinator); Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Analyse und Prävention der Bildung von Wasserstoff im Betrieb von Parabolrinnen-Receivern – AGAVA

Förderkennzeichen: 03UM0082
Laufzeit: 01.10.2006 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.092.771 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: In Labor- und Feldtests wird die Stabilität organischer Wärmeträgerfluide im Betrieb von solarthermischen Kraftwerken untersucht. Die Messungen tragen zum Verständnis der Mechanismen und Einflüsse der Zersetzung des Wärmeträgerfluids im Betrieb bei. Eine praxistaugliche Methode zur Entnahme von Ölproben aus dem Kollektor-Kreislauf solarthermischer Kraftwerke wurde entwickelt, um enthaltene Gase zu messen. Proben aus den SEGS-Anlagen in USA wurden mit dieser Methode entnommen und der enthaltene Wasserstoff im DLR Köln mittels Gaschromatographie direkt bestimmt. Für den in der Ölphase gelösten Wasserstoff wurde der Henry-Koeffizient ermittelt. Die Kombination von Beprobungs- und Messmethode gestattet es, alle im Heizkreislauf enthaltenen Stoffe direkt und zuverlässig zu erfassen.

Verbundprojekt: Erprobung und Optimierung innovativer Füge-techniken für die Parabolrinnen Kollektorfertigung – ANDA-Ntpro

Förderkennzeichen: 03UM0083; 03UM0084
Laufzeit: 01.03.2007 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 821.214 €
Projektpartner: FLAGSOL GmbH (Koordinator); sbp GmbH

Kurzfassung: In der Vergangenheit haben Flagsol und Schlaich Bergermann und Partner (SBP) gemeinsam den "Skal-ET" Parabolrinnenkollektor entwickelt, der im SEGS V – Kraftwerk in Kalifornien erprobt wurde. Nach erfolgreichem Probetrieb wurde er für die beiden 50 MW Parabolrinnenkraftwerke Andasol 1 und 2 in Spanien und das Kraftwerk Kuraymat in Ägypten ausgewählt.

Mit dem Ziel, die Stromgestehungskosten weiter zu senken, entwickelt und erprobt nun das Team Flagsol, SBP und Fraunhofer-IML einen neuen Parabolrinnenkollektor für zukünftige Parabolrinnenkraftwerke. Dieser neue Kollektor zeichnet sich durch eine verbesserte Kollektorstruktur aus, die reduzierte Kollektorinvestitions- und -montagekosten bei erhöhtem Jahresertrag – und damit eine kostengünstigere Solarstromerzeugung – ermöglicht.

Solarthermische Kraftwerke für den mittleren Leistungsbereich 10kW bis 10MW – Machbarkeitsstudie unter Einbeziehung neuer Kraftwerkskomponenten und Versorgungsstrategien – MEDIFRES –

Förderkennzeichen: 03UM0085
Laufzeit: 01.05.2007 – 30.04.2009
Zuwendungssumme: 310.600 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Ziel der Studie ist es, neue Kraftwerkskonzepte für den mittleren Leistungsbereich (200 kWel – 10 MWel) zu identifizieren und deren Potenzial zu bewerten. Dies geschieht unter Einbindung heute auf dem Markt verfügbarer neuer Kraftwerkskomponenten, z.B. mit Wärmekraftmaschinen auf der Basis des ORC-Prozesses. Es wurde eine Marktübersicht mit wirtschaftlichen und technischen Informationen zu konzentrierenden Kollektoren sowie Wärmekraftmaschinen erstellt. Die Simulationswerkzeuge werden kontinuierlich erweitert. Auch im Kleinleistungsbereich < 200 kWel sollen Optionen der Kraft-Wärme-Kopplung (KWK) und Kraft-Wärme-Kälte-Kopplung (KWKK) untersucht werden. Über die Schaffung einer Plattform wird der Informations- und Gedankenaustausch der Akteure auf diesem Gebiet intensiviert.

Verbundprojekt: Innovative volumetrische Absorberstrukturen – INVAB

Förderkennzeichen: 03UM0086; 03UM0087
Laufzeit: 01.05.2007 – 28.02.2010
Zuwendungssumme: 299.651 €
Projektpartner: Solar-Institut Jülich der Fachhochschule Aachen (Koordinator); Bauer Technologies GmbH

Kurzfassung: Solarthermische Kraftwerke stellen die kostengünstigste Option dar, in großtechnischem Maßstab Strom aus Solarstrahlung zu gewinnen. Derzeit wird mit dem Bau des solarthermischen Versuchs- und Demonstrationkraftwerks in Jülich die Solarturmtechnologie mit offenem Luftreceiver zur Marktreife geführt. Schwerpunkt des Projekts INVAB ist die Entwicklung und Bewertung eines optimierten Absorberprototypen mit dem Ziel, den Receiverwirkungsgrad maßgeblich zu steigern. Die Herstellung erfolgt auf Basis eines innovativen 3D-Siebdruckverfahrens. Die keramischen Absorberstrukturen werden im Betrieb mit Dauergebrauchstemperaturen von über 900 °C belastet, was im Zusammenhang mit der Wirkungsgradsteigerung eine der wesentlichen Herausforderungen in dem Verbundprojekt darstellt.

Upscaling of Solar-hybrid Cogeneration Units for Power and Water – USHYNE –

Förderkennzeichen: 03UM0088
Laufzeit: 01.04.2007 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 92.536 €
Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: Im Projekt USHYNE wird zusammen mit dem Masdar Research Network (Vereinigte Arabische Emirate) eine Machbarkeitsstudie für ein solar-hybrides Gasturbinen-System (Solarturm) in Verbindung mit einer Absorptionskältemaschine erstellt. Auf Basis der vorab analysierten solaren Einstrahlung und des Klimatisierungsbedarfs in dieser Region soll exemplarisch ein Gesamtsystem ausgelegt und dessen Betriebsverhalten simuliert werden. Auf dieser Grundlage soll eine wirtschaftliche Bewertung vorgenommen und eine Marktanalyse durchgeführt werden. Das Projekt dient der Vorbereitung einer Demonstrationsanlage. Da sowohl für Strom als auch für Klimakälte ein stark zunehmender Bedarf prognostiziert wird, werden dieser Technik sehr gute Markchancen eingeräumt.

Technologien zur Beherrschung des Wasserstoffproblems in Parabolrinnen-Receivern – TEWA

Förderkennzeichen: 03UM0089

Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 388.814 €

Projektpartner: Schott-Rohrglas Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Über die Lebensdauer von Parabolrinnen-Receivern (PR-R) in solarthermischen Kraftwerken werden durch Einfluss von Wasserstoffdiffusion in das isolierende Vakuum zunehmende thermische Verluste der Absorber erwartet.

Im Bereich der Komponentenentwicklungen am PR-R werden neue Getter, Membran- und Barrierschichtsysteme, sowie Gasfüllungen für Receiver konzipiert, entwickelt, erprobt und optimiert. Hierzu werden geeignete Messaufbauten realisiert und qualifiziert. Die Entwicklungsergebnisse werden durch Produktprototypen umgesetzt und qualifiziert. Lebensdauererfahrungen für die Materialien werden entwickelt und neben Feldtests durchgeführt. Die Verwertung der Forschungs- und Entwicklungsergebnisse zielt auf die Markteinführung der neuen Generation von PR-R mit verbesserten Vakuumeigenschaften.

Verbundprojekt: Realisation of Direct Stream Generation in Parabolic Trough – Real-Diss

Förderkennzeichen: 03UM0090; 03UM0091; 03UM0092; 03UM0093; 03UM0094

Laufzeit: 01.09.2007 – 31.10.2009

Zuwendungssumme: 1.655.290 €

Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT) (Koordinator); FLAG SOL GmbH; Schott Solarthermie GmbH – Abt. SHE; Senior Berghöfer GmbH; MAN Solar Millennium GmbH

Kurzfassung: Für die solare Direktverdampfung in Parabolrinnenkraftwerken wird Wasser als Wärmeträgermedium verwendet und ohne Zwischenkreislauf zur Stromerzeugung genutzt. Dies spart Kosten, da alle Öl-relevante Komponenten entfallen und höhere Temperaturen und damit höhere Wirkungsgrade erzielt werden.

Im Rahmen von REAL-DISS bereiten deutsche und spanische Partner ein Demonstrationskraftwerk für die solare Direktverdampfung bei 500 °C vor und entwickeln und testen alle dazu notwendigen Komponenten, wie Hochtemperatur Absorber, flexible Rohrverbindungen und Speicher unter realen Bedingungen. Die Arbeiten konzentrieren sich zunächst auf die konkrete Planung eines Demonstrationskraftwerkes mit einer Leistung von 5 MW, berücksichtigen jedoch die Übertragbarkeit auf den relevanten Kraftwerksmaßstab.

Qualifizierungs- und Evaluationszentrum solarthermische Kraftwerkstechnik – Quarz-CSP

Förderkennzeichen: 03UM0095

Laufzeit: 01.10.2007 – 31.03.2010

Zuwendungssumme: 1.413.931 €

Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF)

Kurzfassung: In solarthermischen Kraftwerken werden sehr spezifische Komponenten (Spiegel, Absorber, Strukturen, Antriebe) benötigt. Auf dem aktuellen Entwicklungsstand dieser Technologien gibt es erst wenige Erfahrungen hinsichtlich der Spezifikationen, die diese Komponenten erfüllen müssen, um einen hohen Nutzwert zu erzielen. Präzision, Haltbarkeit und optische Eigenschaften haben sehr starken Einfluss auf die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke. Daher werden im DLR Kriterien und Prüfverfahren entwickelt, um die technische Leistungsfähigkeit der Komponenten und ihr Zusammenspiel zu bewerten und über die Lebensdauer sicherzustellen. Dazu werden Versuchsstände aufgebaut und erprobt sowie die Messverfahren dokumentiert. Es wird Wert auf Transparenz, Verlässlichkeit und Herstellerunabhängigkeit gelegt.

6. Geothermie

Die Nutzung der Erdwärme steht in Deutschland noch weitgehend am Anfang. Im Vergleich mit Island, Neuseeland oder den USA sind günstige geologische Bedingungen nicht in gleichem Umfang gegeben. Auf Grund der Temperaturcharakteristik, der geologischen Situation aber auch der wirtschaftlichen Struktur ist auf absehbare Zeit für kommerzielle geothermische Kraftwerke in erster Linie der Oberrheingraben und das Süddeutsche Molassebecken von Interesse, aber auch in Regionen mit kristallinem Gestein zielt die Forschung vor allem darauf ab, auch bei niedrigeren Fließraten oder/und geringeren Temperaturen einen wirtschaftlichen Betrieb von Geothermieanlagen zu ermöglichen.

Deutschland verfügt über große Erdwärmeressourcen, die aber noch wenig erschlossen sind. Erdwärme ist nahezu unerschöpflich und steht ganzjährig und kontinuierlich zur Verfügung. Das macht sie als alternative Grundlastenergie interessant. In Deutschland kann die Nutzung der Erdwärme zur Deckung eines Teils des energetischen Grundlastbedarfs perspektivisch wirtschaftlich sein. Dazu müssen in weiteren Projekten Erfahrungen gesammelt und die Kosten für die Erschließung und Nutzung der Geothermie nachhaltig gesenkt werden. Früher wurde geothermische Energie in Deutschland nur zu Heizzwecken genutzt. Seit der Novellierung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) im Sommer 2004 ist auch das Interesse an der geothermischen Stromerzeugung merklich gestiegen.

Die Geothermie könnte in Deutschland bis 2020 zu 0,5 % zur Stromerzeugung und zu 0,9 % zur Wärmebereitstellung beitragen. Bis 2050 könnten diese Anteile auf 3,1 % bzw. 7,7 % in Deutschland steigen.

Ziel der Forschungsförderung des BMU im Bereich der Geothermie ist es daher, die in der Erdkruste gespeicherte Energie perspektivisch wirtschaftlich für die Strom- und Wärmeerzeugung nutzbar zu machen. Da sich die Nutzung der Geothermie in Deutschland noch im Anfangsstadium befindet, besteht ein hoher Bedarf an Forschung und Entwicklung sowie an Demonstrationsprojekten.

Die wirtschaftlichen Rahmenbedingungen für Geothermiekraftwerke sind aufgrund der EEG-Vergütung gut. Die vom Bundeskabinett am 5. Dezember 2007 beschlossene Weiterentwicklung des EEG sieht weitere Verbesserungen der Förderung vor.

Geothermieprojekte erfordern allerdings hohe Anfangsinvestitionen. Zugleich birgt jede geothermische Bohrung Risiken. So besteht bei hydrothermalen Projekten die Möglichkeit, die im Untergrund erwarteten Bedingungen nicht anzutreffen. Auch bohrtechnische Probleme können die Kosten in die Höhe treiben. Diese Risiken stellten bisher ein Haupthindernis für eine beschleunigte Erschließung der Geothermieressourcen in Deutschland dar.

Die Schwerpunkte der Geothermie-Forschungsförderung sind in der Förderbekanntmachung des BMU vom 21. September 2006 niedergelegt:

- Entwicklung von Methoden und Verfahren, die im Zuge der Exploration das Fündigkeitsrisiko für Bohrungen vermindern,
- 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, die speziell für die Erschließung geothermischer Reservoirs zum Einsatz kommen,
- Entwicklung und Verbesserung von Methoden und Verfahren, die das Lagerstättenmanagement optimieren und die Produktivität beeinflussen (Stimulationsverfahren, Frac-Verfahren, Monitoring-Systeme),
- 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) sowie
- Adressierung grundlegender technischer Fragen zur Einbindung der Geothermie in lokale Versorgungssysteme (Wärme/Strom), auch in Kombination mit anderen erneuerbaren Energien, bei hohem Multiplikationspotenzial.

Das BMU hat 2007 insgesamt 17 Projekte mit einem Fördervolumen von 8,1 Mio. Euro neu bewilligt. In die laufenden Projekte flossen 2007 insgesamt 14,4 Mio. Euro.

Hauptakteure in der institutionellen Geothermieforschung sind das Geoforschungszentrum Potsdam, GGA und BGR und einige Universitäten. Im Bereich der Wirtschaft sind überwiegend kleine und mittlere Unternehmen in der Forschung anzutreffen.

2007 war ein erfolgreiches Jahr für die Nutzung der geothermischen Energie in Deutschland. Mit dem aus Forschungsmitteln des Bundesumweltministeriums (BMU) unterstützten Geothermiekraftwerk im pfälzischen Landau wurde im November 2007 die erste ganzjährig industriell nutzbare Anlage zur Stromerzeugung und Wärmenutzung in Betrieb genommen.

Zu Beginn des Jahres 2008 ging in Unterhaching bei München ein weiteres vom BMU gefördertes Erdwärmekraftwerk zur Wärme- und Stromerzeugung in Deutschland ans Netz. Unterhaching und Landau sind Pilotprojekte mit enormer Ausstrahlungskraft. Insgesamt sind in Deutschland derzeit rund 150 Geothermieprojekte in Bearbeitung.



Geothermiebohrung Landau,
Quelle: BESTEC GmbH

Reduzierung des Fündigkeitsrisikos zur Auffindung wirtschaftlich geeigneter hydrothormaler Lagerstätten zur Umwandlung geothermischer Energie am Standort Traunreut

Förderkennzeichen: 0325003

Laufzeit: 01.09.2007 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 245.000 €

Projektpartner: Renergiepartner GmbH – Technisches Büro Berlin

Kurzfassung: Die für das Konzessionsgebiet existenten 2D- und 3D-seismischen Daten werden unter Berücksichtigung ihrer Eignung zur räumlichen Kartierung von Schicht-, Strömungs- und Störungsverläufen sowie im Hinblick auf die Vervollkommnung des existenten geologischen Modells analysiert. Eine Tiefenkarte des Malm wird zusammen mit den strukturgeologischen Informationen in das Modell eingearbeitet, um Bohrungen in höffige Störungen abzuteufen. Die Ergebnisse der hydrogeologischen Modellierung werden unter Berücksichtigung der infrastrukturellen Gegebenheiten, der UVP sowie der Akzeptanz des Kraftwerksstandorts durch die TÖB, für die technisch-wirtschaftliche Optimierung des Kraftwerkstandortes genutzt. Die F/E-Ergebnisse sind Bestandteil der Aufgabenstellung für die Bohr- und Bauplanung.

MonKü – Monitoring von Kühlwasserversickerungen bei tiefen Geothermieranlagen am Beispiel Unterhaching

Förderkennzeichen: 0325039

Laufzeit: 01.04.2008 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 101.726 €

Projektpartner: Ludwig-Maximilians-Universität München – Department für Geo- und Umweltwissenschaften – Lehrstuhl für Allgemeine und Angewandte Geologie

Kurzfassung: Am Beispiel Unterhaching ist eine Methode zu entwickeln, um konditioniertes und eingedicktes Kühlwasser von Geothermieranlagen so aufzubereiten, dass es bedenkenlos zurück in den Aquifer injiziert werden kann. Zugleich soll der reaktive Stofftransport in der ungesättigten Zone und im Aquifer unterhalb des Versickerungsbereichs untersucht werden. Dazu werden verschiedene Kombinationen von Antiskalanten und Bioziden untersucht und das eingedickte Wasser über eine passive Reinigungsanlage gereinigt. Zur Untersuchung des reaktiven Stofftransports in der ungesättigten Zone soll das bestehende Monitoring ergänzt werden. Ein bestehendes numerisches Modell wird an die aktuellen Verhältnisse angepasst und mittels einer neu zu errichtenden Grundwassermessstation kalibriert.

Keimbildungsgesteuerte Zementation in geothermisch nutzbaren Reservoiren – Entwurf und Bewertung technischer Maßnahmen zur Beseitigung dieser Permeabilitätsbarrieren

Förderkennzeichen: 0327095B

Laufzeit: 01.04.2005 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 241.736 €

Projektpartner: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik – E.ON Energy Reseach Center, Applied Geophysics and Geothermal Energy

Kurzfassung: Für die wirtschaftliche Nutzung geothermischer Energie sind die hydraulischen Eigenschaften des Aquifers wie Porosität und Permeabilität von zentraler Bedeutung. Diese können durch Anhydritzementation massiv negativ beeinflusst werden. Ohne das Abteufen teurer Bohrungen bleiben meist Unsicherheiten bezüglich der lokalen hydraulischen Eigenschaften, mit einem hohen Aufschlussrisiko als Resultat.

Ziel des Projektes war es, ein tieferes Verständnis der Wechselwirkung zwischen Reservoirstein und salinarem Formationswasser in Hinblick auf Keimbildung und Porenraumstruktur zu erlangen. Hierfür wurden in Laborexperimenten Modelle der Reaktionskinetik entwickelt, die auf die Reservoirskala übertragen und numerisch implementiert wurden. Ein verbessertes Prozessverständnis konnte erreicht werden.

Wissenschaftliche Begleitung der Aktivitäten im Bereich "Geothermische Stromerzeugung"

Förderkennzeichen: 0327504A

Laufzeit: 01.05.2004 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 311.999 €

Projektpartner: Institut für Energetik und Umwelt GmbH

Kurzfassung: Die Aufnahme der Geothermie in das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) hat dazu geführt, dass an deutschen Standorten vermehrt Geothermie-Projekte entwickelt oder stillgelegte Projekte wieder aufgenommen wurden. Trotz EEG sind Projekte zur geothermischen Stromerzeugung unter den geologischen Bedingungen in Deutschland aber keine ökonomischen Selbstläufer.

In dem Projekt wurden die deutschen Geothermie-Projekte wissenschaftlich begleitet und kommunikativ vernetzt. Mit einer Internet-Plattform sowie internen wie auch öffentlichen Veranstaltungen wurde der Know-how-Transfer zwischen den Projekten unterstützt, um die technische Entwicklung zu beschleunigen und damit die Wirtschaftlichkeit zu verbessern. So wurde eine Ausweitung der Nutzung der Geothermie in Deutschland unterstützt.

Multihorizontansatz zur Erschließung ökonomisch relevanter Fließbraten am Beispiel des Geothermieprojektes Landau

Förderkennzeichen: 0327522
Laufzeit: 01.06.2005 – 31.05.2008
Zuwendungssumme: 2.363.742 €
Projektpartner: geox GmbH

Kurzfassung: Die geox GmbH hat in Landau ein hydrothermales Geothermieprojekt mit einem neuen Erschließungskonzept realisiert. Da ein durch Bohrung erschlossener Förderhorizont grundsätzlich wirtschaftlich sein sollte, besteht generell ein hohes Explorationsrisiko. Um ökonomisch relevante Förderraten von 50 – 70 l/s zu erreichen, wurden mehrere Förderhorizonte in einer Bohrung gemeinsam erschlossen. Dieser Multihorizontansatz, bei dem die Förderleistung der Horizonte Muschelkalk, Buntsandstein und Kristallin in einer Bohrung additiv zusammengefasst wurden, reduziert das Fündigkeitsrisiko für hydrothermale Geothermiebohrungen entscheidend. Die Komplettierung der Bohrung gewährleistet eine hohe Standsicherheit und ermöglichte ein selektives hydraulisches Explorieren der einzelnen Horizonte.

Aufbau eines geothermischen Informationssystems für Deutschland

Förderkennzeichen: 0327542
Laufzeit: 01.09.2005 – 31.05.2009
Zuwendungssumme: 2.326.318 €
Projektpartner: Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA)

Kurzfassung: Es wird ein Geothermisches Informationssystem (GeotIS) für hydrogeothermische Ressourcen in Deutschland aufgebaut. Dabei sind folgende Arbeitspakete vorgesehen: Erfassung aller relevanten hydraulischen Daten, Erweiterung des Fachinformationssystems Geophysik, Aufbau von geometrischen 3D-Untergrundmodellen, Prognoseberechnung für die Fündigkeitsvorhersage, Aufbau der Internet-Softwarelösung, Integration in Informationsverbände. Das GeotIS steht nach Installation unter Berücksichtigung von Eigentumsrechten an den Daten jedem Benutzer über das Internet zur Verfügung. Es soll zur Qualitätsverbesserung bei der Projektierung von geothermischen Anlagen dienen und das Fündigkeitsrisiko minimieren.

Entwicklung einer neuen Bohranlagentechnik für tiefe Geothermie

Förderkennzeichen: 0327549
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 1.552.120 €
Projektpartner: Herrenknecht Vertical GmbH

Kurzfassung: Um der Geothermie auch in Deutschland zum Durchbruch zu verhelfen, ist es zwingend erforderlich, die Bohrkosten zu reduzieren. Dies wird durch die Anpassung der Bohrtechnik an die speziellen Erfordernisse der Branche erreicht. Dazu gehören ein verbesserter Schallschutz, eine Senkung des Energieverbrauchs, ein höherer Automatisierungsgrad und eine konsequente Kostenreduktion. Die Neuentwicklungen im Rahmen dieses Projektes bauten auf der vorhandenen Bohrtechnik aus der Kohlenwasserstoffindustrie und den Erfahrungen aus Geothermieprojekten auf. Mit der Herrenknecht Vertical TI-350 steht nun ein innovatives Bohrggerät zur Verfügung, das sich bei den Praxistests in Dürrnhaar und Mauerstetten bereits bewährt hat und helfen wird, die zügige Umsetzung von Geothermieprojekten voranzutreiben.

European Geothermal Congress 2007

Förderkennzeichen: 0327562A
Laufzeit: 01.05.2006 – 10.09.2007
Zuwendungssumme: 53.915 €
Projektpartner: Geothermische Vereinigung e.V. – Bundesverband Geothermie

Kurzfassung: Vom 30.05. – 01.06.07 fand in Unterhaching zum ersten Mal in Deutschland der European Geothermal Congress (EGC 2007) statt. EGC als Plattformen der europäischen Geothermie werden in dreijährigem Rhythmus durchgeführt. Träger ist die International Geothermal Association. Diese vergibt die Veranstaltungen an nationale Durchführungsorganisationen. Verantwortlich für die 2007er Veranstaltung war der GtV-BV (Bundesverband Geothermie). Als ideelle Partner beteiligten sich die Verbände der Schweiz (SVG/SSG), Serbiens (GEAS), Mazedoniens (MAGA) und der europäische geothermische Wirtschaftsverband EGEC. Rund 400 Teilnehmer aus über 30 Ländern, darunter zahlreiche aus Regionen außerhalb Europas, nahmen die Möglichkeit wahr, sich über die aktuellen Entwicklungen auf unserem Kontinent zu informieren.

Bereitstellung statistisch abgesicherter thermischer Gesteinseigenschaften für den flachen und tiefen Untergrund der Bundesrepublik Deutschland

Förderkennzeichen: 0327563
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.08.2008
Zuwendungssumme: 1.100.616 €
Projektpartner: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik – E.ON Energy Reseach Center, Applied Geophysics and Geothermal Energy

Kurzfassung: In diesem Projekt werden die für eine zuverlässige Aufsuchung und Nutzung geothermischer Energie erforderlichen gesteinsphysikalischen Grunddaten in Form einer statistisch repräsentativen Datenbasis bereitgestellt. Diese Datenbasis wird sowohl thermische als auch hydraulische Gesteinseigenschaften enthalten, die für verschiedene lithostratigraphische Einheiten sowohl aus eigenen Labormessungen an Bohrkernen sowie aus Bohrlochmessdaten abgeleitet werden. Die Interpretation der Daten umfasst auch Untersuchungen zur Abhängigkeit dieser Eigenschaften von der Versenkungstiefe sowie Mineralanalysen. Die ermittelten Daten leisten einen Beitrag, die Standortwahl für geothermische Energiegewinnung zu erleichtern, die Datenunsicherheit zu quantifizieren und somit das Fündigkeitsrisiko zu minimieren.

Begleitforschung Unterhaching – Massive Förder- und Injektionstests zur Parameterbestimmung geothermischer Bohrungen im Molassebecken

Förderkennzeichen: 0327573
Laufzeit: 01.05.2006 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 372.961 €
Projektpartner: Geothermie Unterhaching GmbH & Co. KG

Kurzfassung: Das Geothermieprojekt in Unterhaching ist eines der ersten in Deutschland, das mit dem Ziel der geothermischen Stromerzeugung realisiert wird. Für eine wirtschaftliche Stromerzeugung sind hohe Förderraten im Bereich von 150 l/s erforderlich. Der klüftig-karstige Aquifer (Malm) zeichnet sich durch sehr hohe Förderraten aus. Bei der zweiten Bohrung und der dabei durchgeführten hydraulischen Tests wurde begleitend dieses Forschungsprojekt durchgeführt.

Die Untersuchungen betrafen Genese und Diagenese der Malmkarbonate und darin enthaltener Klüfte als Grundlage der Produktivitätsprognose. Ermittlung geeigneter Methoden zur Auswertung der Messergebnisse und Optimierung des Aufwandes zukünftiger Tests im Malmkarst. Durchführung der hydraulischen Tests in der Bohrung Gt Uha 2/06

Tracerversuche zur Charakterisierung von sedimentären Geothermalreservoirs (Smart Trace)

Förderkennzeichen: 0327579
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.08.2009
Zuwendungssumme: 700.113 €
Projektpartner: Georg-August-Universität Göttingen – Fakultät für Geowissenschaften und Geographie – Geowissenschaftliches Zentrum – Abt. Angewandte Geologie

Kurzfassung: Neuartige Tracerkombinationen und Markierungsmethoden ermöglichen gezielte Aussagen zu Mobilfluidvolumina, Fluidverweilzeitverteilungen, Wärmetauschflächen und Speicher-Durchfluss-Mustern in sedimentären Tiefengeothermalreservoirs und zu ihren induzierten Kurz-/Langzeitänderungen bei unterschiedlichen Betriebsarten. Das jeweils maßgebende physikochemische Tracerverhalten wird in begleitenden Laborversuchen quantifiziert. Ihr Einsatz unter Geothermalfeldbedingungen erfolgt in Einloch-push-pull-, Einloch-Dipol- und Zweilochverfahren. 2007 wurden Markierungen in Landau (hydrothermal) und Groß Schönebeck (HDR; chemo-/hydraulische Rissbildungen begleitende Einlochtests) vorgenommen; weitere Tests laufen seit 2004 in Horstberg. Modellrechnungen übersetzen Traceraussagen in thermische Prognosen.

Bohrlochstabilität als Schlüsselfaktor bei der Nutzung von tiefen geothermischen Ressourcen: Theoretische und experimentelle geomechanische Untersuchungen über Möglichkeiten der Optimierung des Tiefbohrprozesses

Förderkennzeichen: 0327594
Laufzeit: 01.10.2006 – 30.09.2009
Zuwendungssumme: 318.523 €
Projektpartner: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg – Institut für Geologische Wissenschaften und Geiseltalmuseum

Kurzfassung: Zur Gewinnung geothermischer Energie für die Stromerzeugung wurden im Oberrheingebiet zahlreiche Projekte begonnen, um sog. enhanced geothermal systems zu erschließen. Bei den Tiefbohrungen in die Obere Erdkruste mit regional spezifischem Spannungsfeld bilden stabilitätskritische Abschnitte in der Schichtenfolge ein erhebliches Risiko. Sie werden aus Tonen, Tonsteinen oder wechsellagernden Sand-Tonsteinsfolgen aufgebaut, über deren geomechanisches Verhalten und festigkeitsmechanische Zustände in-situ zu wenige Kenntnisse vorliegen. Mit Labortests (v. a. Triaxialversuche) sollen Informationen über festigkeitsmechanisch relevante, zeitabhängige Wechselwirkungen zwischen Bohrspülung und Formation gewonnen werden, die als Beitrag zur Optimierung des Bohrprozesses zu interpretieren sind.

Optimierung der Stromerzeugung mit ausgekoppelter Wärmeerzeugung aus Geothermieanlagen in Deutschland

Förderkennzeichen: 0327596
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.08.2009
Zuwendungssumme: 163.016 €
Projektpartner: Technische Universität Hamburg-Harburg – Institut für Energietechnik (IET)

Kurzfassung: Der wirtschaftliche Einsatz der Geothermie zur Stromerzeugung bedarf neben der Lösung der Probleme bei der Erschließung geothermischer Ressourcen auch einer Optimierung der Kraftwerksprozesse. Das Forschungsvorhaben beschäftigt sich mit Kraftwerksprozessen zur Stromerzeugung aus Geothermie für die in Deutschland vorliegenden Bedingungen. Durch Simulationen werden Optimierungen für Prozessschaltungen und Arbeitsmittel unter Berücksichtigung des elektrischen Eigenbedarfes der Gesamtanlage und der Randbedingungen einer gleichzeitigen Erzeugung von Strom und Wärme durchgeführt. Die Untersuchung liefert Bewertungen der Kraftwerksprozesse und der optimierten Schaltungen hinsichtlich eines energetisch sinnvollen und wirtschaftlichen Einsatzes der Geothermie zur Stromerzeugung in Deutschland.

Reduzierung der geologisch bedingten bohrtechnischen Risiken – Bohrlochstabilität in tertiären Tonsteinfolgen im Oberrheingraben als Hindernis für die Erschließung geothermischer Reservoire

Förderkennzeichen: 0327599
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 520.617 €
Projektpartner: Universität Karlsruhe (TH) – Fakultät für Bauingenieur-, Geo- und Umweltwissenschaften – Institut für Bodenmechanik und Felsmechanik – Lehrstuhl für Bodenmechanik und Grundbau

Kurzfassung: Geothermie-Bohrungen durchdringen Tonsteinformationen, die bereits bei vertikalen Bohrpfeifen kritisch sind; bei geneigten Pfeifen nehmen die Probleme erheblich zu. Das Verständnis für die zeit- und temperaturabhängigen geomechanischen Vorgänge wird weiterentwickelt. Numerische Simulationen prognostizieren die Zeiten, bis zu denen unzulässig große Verformungen des Bohrlochs eingetreten sein werden. Sie hängen ab vom den Spannungen, der Bohrlochgeometrie, der Temperatur und den Gesteinseigenschaften. Für Open-hole-Bereiche wird der zeitliche Verlauf bis zur Grenze des Chippings, für verrohrte Abschnitte die zunehmende Casing-Beanspruchung ermittelt. Mit dem entwickelten Verständnis und den daraus abgeleiteten Handlungsempfehlungen lassen sich die Erschließungskosten und -risiken reduzieren.

Entwicklung einer Förderpumpe für den Einsatz im Bereich der geothermischen Energiegewinnung – Temperaturbereich 150°/160°C

Förderkennzeichen: 0327600
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 4.326.084 €
Projektpartner: Flowserve Hamburg GmbH

Kurzfassung: Als einer der weltweit führenden Herstellern von Pumpen und Unterwassermotoren hat das Unternehmen FLOWSERVE im August 2006 gemeinsam mit dem BMU die Entwicklung eines Hochleistungsunterwassermotor für geothermische Anwendungen begonnen. Die hierzu erforderlichen Forschungs- und Entwicklungsarbeiten werden im ehemaligen PLEUGER – Stammwerk in Hamburg Wandsbek durchgeführt. Im Vordergrund der Entwicklung steht zum Einen die Berücksichtigung von Thermalwassertemperaturen bis 160° C bei Förderleistungen von rund 1.000 kW und mehr. Zum Anderen sind die Projektziele in der Bewertung und Erforschung von Material und Materialkompositionen definiert, um auch die von Seiten der Wasserchemie gestellten Anforderungen in Zukunft abdecken zu können.

Anpassung der Bohrtechnologie an die Erfordernisse der Geothermie

Förderkennzeichen: 0327602
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.12.2009
Zuwendungssumme: 1.699.056 €
Projektpartner: Herrenknecht Vertical GmbH

Kurzfassung: Um der Geothermie zum Durchbruch zu verhelfen, ist es essentiell, die Bohrkosten als größten Investitions- und Risikofaktor zu minimieren und die Bohreffizienz zu steigern. Gesamtziel des Forschungsvorhabens „Anpassung der Bohrtechnologie an die Erfordernisse der Geothermie“ ist die Entwicklung, Herstellung, Inbetriebnahme und Optimierung eines speziellen Drehantriebes für den Einsatz bei tiefen Geothermieprojekten. Der hier entwickelte Kraftdrehkopf ist erstmals in der Lage, Anpresskräfte zu erzeugen und somit die ersten Bohrmeter schneller zu überwinden. Desweiteren ist der innovative Drehantrieb mit einem größeren Spindeldurchgang ausgelegt, um neben dem gängigen Rotary-Bohrverfahren auch die trägerschonende Technik des Lufthebens anwenden zu können.

Kaiserbäder Usedom

Förderkennzeichen: 0327604
Laufzeit: 01.09.2006 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 187.964 €
Projektpartner: DISA – energy GmbH

Kurzfassung: Das Vorhaben dient der Bearbeitung und Lösung von Themen im Zusammenhang mit dem Geothermieprojekt Kaiserbäder Usedom. Ziel ist die Nutzung des geothermischen Potenzials, die Substitution des bisher eingesetzten Erdgases und eine deutliche Verringerung des CO₂-Ausstoßes in den Kaiserbädern. Niedergebracht werden 4 Dubletten auf ca. 1820 m Tiefe bei Gebirgstemperaturen von 80 – 84 °C. Die wissenschaftliche Zielstellung bestand in der dreidimensionalen geohydraulischen und thermodynamischen Modellierung, der Entwicklung eines thermalhydraulischen Modells, den Bemessungskriterien für die Bewilligungsfelder, der Optimierung der Grundlast für die Abnehmer auf Erdwärmebasis und der Fahrweise des Erdwärmerings. Die Themen wurden durch die DISA energy GmbH und Geothermie Neuland Brandenburg erarbeitet.

Machbarkeitsstudie für ein Hot Dry Rock-Wärme- und Stromnutzungskonzept Bad Urach

Förderkennzeichen: 0327615A
Laufzeit: 01.03.2008 – 31.08.2008
Zuwendungssumme: 101.041 €
Projektpartner: Stadtwerke Bad Urach

Kurzfassung: Der Standort Bad Urach ist aufgrund seiner speziellen geologischen und geothermischen Bedingungen für die Entwicklung und den breiten Einsatz der Hot Dry Rock Technik in Deutschland von hoher Bedeutung. Die beiden Geothermiebohrungen in Bad Urach bieten die Möglichkeit, in einem Teufenbereich zwischen 2.300 m und 3.000 m die Anwendbarkeit der HDR-Technik im Gneis, außerhalb des Oberrheingrabens und damit in anderen geologischen Spannungszuständen zumindest für eine geothermische Wärmeabgewinnung zu untersuchen.

Es soll nachgewiesen werden, dass auch im Gneis mittels hydraulisch erzeugter Risse eine Verbindung zwischen zwei Bohrungen über ausreichend große Entfernungen geschaffen werden kann und dass die Eigenschaften dieses Riss-Systems für eine kommerzielle Nutzung ausreichen.

Einsatz von 3D-Seismik zur Reduzierung des Fündigkeitsrisikos bei Geothermieprojekten

Förderkennzeichen: 0327630
Laufzeit: 01.11.2006 – 31.10.2009
Zuwendungssumme: 1.670.780 €
Projektpartner: Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA)

Kurzfassung: Eine Verminderung des Fündigkeitsrisikos, dem wesentlichen Hemmnis bei der Nutzung der Hydrogeothermie, kann durch den Einsatz seismischer Verfahren erreicht werden. Im Projekt wird untersucht, ob und wie moderne Techniken (z.B. 3D-Seismik, Analyse seismischer Attribute) übernommen und angepasst werden können. Dafür sollen 3D-Datensätze aus den drei für die Geothermie relevanten Regionen (Molassebecken, Oberrheingraben, Norddeutsches Becken) analysiert werden.

Einzelne Arbeitsschritte sind die Bearbeitung der 3D-Datensätze und Einbeziehen von 2D-Daten, Spezialprocessing für einen Vergleich 2D-/3D-Seismik und spezielle seismische Messungen. Ziel ist eine Handlungsanweisung zu erstellen, um die Vorerkundung qualitativ zu bewerten und das Fündigkeitsrisiko besser einzuschätzen zu können.

Betriebssicherheit der geothermischen Nutzung von Aquiferen unter besonderer Berücksichtigung mikrobiologischer Aktivität und Partikelumlagerungen – Screening an repräsentativen Standorten (AquiScreen)

Förderkennzeichen: 0327634
Laufzeit: 01.02.2007 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 689.355 €
Projektpartner: Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)

Kurzfassung: Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines schnellen Prozessmonitorings zur Bewertung des mikrobiellen Einflusses auf die Betriebssicherheit geothermischer Anlagen. Das Prozessmonitoring soll zur Früherkennung von Korrosions- und Fällungsprozessen dienen und dabei helfen, Gegenmaßnahmen rechtzeitig einzuleiten. Auf der Basis eines Screenings an acht Standorten, die für verschiedene Nutzungen typisch sind, sollen die entscheidenden Parameter für das Monitoring identifiziert werden. Die Untersuchung von Feststoff- und Fluidproben verschiedener geothermischer Anlagen dient der Charakterisierung der mikrobiellen Biozönose, der Bestimmung ihrer Stoffwechselaktivität sowie der Erfassung von Änderungen infolge der anthropogenen Nutzung des Reservoirs als Energiequelle oder -speicher.

Reduzierung der Betriebsrisiken von Geothermiekraftwerken durch Entwicklung eines speziellen Diagnosesystems zur Betriebsdatenerfassung

Förderkennzeichen: 0327640
Laufzeit: 01.03.2007 – 31.12.2009
Zuwendungssumme: 278.875 €
Projektpartner: Siemens Aktiengesellschaft – I&S IS E&C INF

Kurzfassung: Um die Betriebserfahrungen des ersten Geothermiekraftwerkes in Deutschland (Unterhaching) mit Kalinatechnologie langfristig nutzen zu können werden die Betriebsdaten der Anlage erfasst. Das Ziel der Erfassung ist die Optimierung der Technologie an Hand des Betriebsverhaltens der Anlage über einen größeren Zeitraum. Die Auswertung der Betriebsdaten erfolgt über ein speziell entwickeltes Diagnosesystem. Diese Software erlaubt es die kontinuierlich auflaufenden Daten nach unterschiedlichsten Kriterien zu speichern, zu lesen und auszuwerten, ohne Einfluss auf den kontinuierlichen Betrieb der Anlage. Auf die gleiche Weise werden auch die Betriebsdaten für das zweite Geothermiekraftwerk von Siemens in Bruchsal ab Inbetriebnahme der Anlage erfasst werden.

"Internationale Tagung ""First European Geothermal Review"" in Mainz/Rheinland-Pfalz"

Förderkennzeichen: 0327643
Laufzeit: 01.12.2006 – 31.01.2008
Zuwendungssumme: 23.076 €
Projektpartner: BESTEC GmbH

Kurzfassung: "UN-Klimabericht alarmierend." Solche oder ähnliche Schlagzeilen konnte 2007 jeder der Presse entnehmen. Erstmals einigte sich der Klimaausschuss der Vereinten Nationen (IPCC) dabei auf eine Formulierung, wonach menschliches Handeln entscheidend zum Klimawandel beiträgt. Vor diesem Hintergrund hat sich die BESTEC GmbH dazu entschlossen, eine Plattform für einen internationalen Informations- und Erfahrungsaustausch zu schaffen. Ziel der internationalen Tagung "First European Geothermal Review" im Oktober 2007 in Mainz, war es, alle Aspekte, Probleme, Chancen, Potentiale und Herausforderungen bei der Nutzung der geothermischen Energie kontrovers zu diskutieren. Dies eröffnete im Bereich der Geothermie die Chance, über Ländergrenzen hinweg offen Erfahrungen auszutauschen.

Studie für ein Vortriebssystem zur Herstellung von tiefen Geothermiebohrungen im Festgestein mittels Elektro-Impuls-Verfahren

Förderkennzeichen: 0327664
Laufzeit: 15.05.2007 – 15.11.2008
Zuwendungssumme: 190.443 €
Projektpartner: Technische Universität Dresden – Institut für Fördertechnik, Baumaschinen und Logistik

Kurzfassung: Die Wirtschaftlichkeit und somit der Erfolg von Tiefengeothermieprojekten ist eng mit den anfallenden Bohrkosten verbunden. Zur effektiven Nutzung der Erdwärme werden hohe Gesteinstemperaturen (> 120°C) benötigt, welche in großen Teufen im harten Grundgebirge zu finden sind. Das dort anstehende Gestein ist extrem hart und führt zum Verschleiß der mechanischen Abbauwerkzeuge. Eine Alternative zu den konventionellen Bohrwerkzeugen ist das Elektroimpulsverfahren (EIV), dessen Lösewerkzeug elektrische Entladungen durch das Gestein sind. Es arbeitet nahezu verschleißfrei und verspricht einen höheren Bohrfortschritt. Ziel der Studie ist es, die prinzipielle Umsetzbarkeit des EIV für den Einsatz in der Tiefen Geothermie nachzuweisen und ein entsprechendes Maschinenkonzept zu entwickeln.

Machbarkeitsstudie: Entwicklung des SPIN-4000 Instrumenten-Systems zur Erkundung von Geothermalwasser-Vorkommen mittels spektraler nuklear-magnetischer Sondierung

Förderkennzeichen: 0327667
Laufzeit: 01.06.2007 – 31.10.2008
Zuwendungssumme: 158.124 €
Projektpartner: GET GEO EXPLORATION TECHNOLOGIES Dr. Armin Kaus, Wolf Boening & Partner GbR

Kurzfassung: Die nuklear-magnetische Resonanz (NMR) ist eine relativ neue Technologie in der Oberflächengeophysik. Sie erlaubt die Messung des Gehaltes an freien Wasserstoffprotonen im Untergrund bis in ca. 100 m Tiefe mittels hochfrequenter Magnetfelder. Größere Zieltiefenbereiche bis ca. 4.000 m sollen auf der Basis eines nuklear-magnetischen (NM) Ansatzes sowie Anregung und Empfang niederfrequenter Magnetfelder ermöglicht werden. Hierzu soll das SPIN-4000 Instrumenten-System, bestehend aus einem Hochleistungs-Sendesystem und einem hochsensitiven Empfangssystem, entwickelt und getestet werden, mit dem Erkundungspotential, wasserstoffführende Gebirgsbereiche von der Erdoberfläche aus zu detektieren sowie deren räumliche Verteilung und hydrogeologische Eigenschaften ermitteln zu können.

Entwicklung eines neuen Arbeitsmittels sowie verfahrenstechnische und konstruktive Optimierung des Kreislaufs, insbesondere der Turbine für Geothermiekraftwerke zur Erhöhung des Wirkungsgrads

Förderkennzeichen: 0327669

Laufzeit: 01.10.2007 – 30.09.2010

Zuwendungssumme: 349.568 €

Projektpartner: Siemens Aktiengesellschaft – I&S IS E&C INF

Kurzfassung: Um mit Niedertemperatur-Kraftwerken (thermische Quelle < 200°C) gegenüber den konventionellen Anlagen konkurrenzfähige Stromerzeugungskosten zu erreichen, muss der Wärmenutzungsgrad der Geothermie-Anlagen maximiert werden. Dies gilt besonders wegen der hohen Investitionskosten für die Tiefbohrungen (3-5 km). Mit der Eigenschaft der Grundlastfähigkeit (wetterunabhängig, 24h/Tag) leistet die Geothermie verglichen mit anderen erneuerbaren Energien einen wichtigen Beitrag zur umweltverträglichen, zukunfts-sicheren Energieversorgung.

Durch die Entwicklung eines neuen Arbeitsmittels mit spezifischen Eigenschaften und einer optimierten Turbine wird der Wärmenutzungsgrad von Geothermieanlagen erhöht. Dies führt zu einer verbesserten Wirtschaftlichkeit gegenüber den bisher verwendeten Technologien.

Verbundprojekt: Wissenschaftliche und technische Grundlagen zur strukturellen, geologischen und hydrogeologischen Charakterisierung tiefer geothermisch genutzter Grundwasserleiter am Beispiel des süddeutsche Molassebeckens

Förderkennzeichen: 0327671A; 0327671B

Laufzeit: 01.03.2008 – 28.02.2011

Zuwendungssumme: 598.976 €

Projektpartner: Freie Universität Berlin – Fachbereich Geowissenschaften – Institut für Geologische Wissenschaften (Koordinator); Erdwerk GmbH hydrogeologie geothermie

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist die Erarbeitung wissenschaftlicher Grundlagen als Basis für die Erstellung hydrogeologischer und numerischer Modelle sowie technische Empfehlungen bei der Planung von Projekten zur Erschließung tiefer geothermischer Ressourcen. Die Forschungsergebnisse dienen der Abgrenzung von Erlaubnis- und Bewilligungsfeldern sowie der Reduzierung des Fündigkeitsrisikos. Berücksichtigung finden strukturelle, geologische Untersuchungsmethoden, Untersuchungen zur Hydraulik karbonatischer Grundwasserleiter sowie die Analyse der Wasserführung tektonischer Elemente. Weiterhin wird mit Hilfe eines Monitorings an ausgewählten Bohrungen die physikalische und chemische Beschaffenheit des Grundwassers untersucht. Ein Schwerpunkt wird hierbei auf die Bewertung der Gasführung (insbes. H₂S) gelegt.

Geothermie-Kongress 2007 – Fachforen, Fachseminare, Jahrestagung

Förderkennzeichen: 0327674

Laufzeit: 01.04.2007 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 36.700 €

Projektpartner: GtV Service GmbH

Kurzfassung: Die Geothermiekongresse des GtV-BV (Geothermische Vereinigung – Bundesverband Geothermie) gibt es seit 1991. Sie haben das Entstehen und Wachsen der Branche begleitet und vielfach auch vorangetrieben. Als Plattform für Forschung und Wissenschaft und für alle Sparten der Erdwärmenutzung stellen sie das zentrale Ereignis für die Geothermie in Deutschland dar. 2007 fand die Veranstaltung vom 29.-31.10. im RuhrCongress in Bochum statt. Erstmals war der zweitägigen Hauptveranstaltung ein Workshop-Tag für spezielle Fragestellungen vorgegliedert, darunter ein NRW-Regionalforum der Projektpartner GeothermieZentrum Bochum und Energie-Agentur.NRW. Zum Kongress gehörte erstmals auch eine Vortragsveranstaltung für Schulen. Mit über 600 Besuchern wurde ein neuer Teilnehmerrekord erreicht.

Evaluierung von Methoden und Instrumenten geothermischer Technologie zur Bereitstellung von Strom und Wärme

Förderkennzeichen: 0327682

Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 1.513.381 €

Projektpartner: Helmholtz-Zentrum Potsdam, Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ)

Kurzfassung: Im Projekt sollen Lernkurven auf dem Weg zur Wirtschaftlichkeit geothermischer Energiebereitstellung erarbeitet werden. Im Mittelpunkt stehen die Kriterien Fündigkeitsprognose, Reservoirgestaltung und Systemverlässlichkeit geothermischer Anlagen, die über große Entwicklungs- und Optimierungspotentiale verfügen. Lernpunkte deutscher und europäischer Referenzprojekte, wie z.B. der Ausbau des GFZ-Geothermielabors Groß Schönebeck, sollen zusammengetragen und der aktuelle Stand der Technologieentwicklung evaluiert werden. Schlussfolgernd soll Forschungsbedarf zur wirtschaftlichen Nutzung heimischer geothermischer Ressourcen aufgezeigt und neue Ansätze entwickelt werden, mit welchem Forschungs- und Entwicklungsaufwand weitere Kostenreduktionen generiert werden können.

Verbundprojekt: Langfristige Betriebssicherheit geothermischer Anlagen

Förderkennzeichen: 0329937A; 0329937B; 0329937C

Laufzeit: 01.05.2004 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 1.046.251 €

Projektpartner: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) – Dienstbereich Berlin (Kordinator); Geothermie Neubrandenburg GmbH; Verein für Kernverfahrenstechnik und Analytik Rossendorf e.V.

Kurzfassung: Das Verbundprojekt trägt zur Weiterentwicklung der Anlagentechnologien bei Geothermieanlagen und des damit verknüpften geowissenschaftlichen Know-how bei. Das vorrangige Ziel ist, die Langzeit-Betriebssicherheit von geothermischen Anlagen zu erhöhen. In diesem Zusammenhang befasst sich das Projekt mit Fragen der Korrosion an kritischen Anlagenteilen, der Bildung von Ablagerungen im Thermalwasserkreislauf, der Werkstoffbeständigkeit, der Reservoiralteration sowie mit Aspekten der Thermalwasser- und Gasgeochemie. Die wesentlichen Untersuchungen werden am Standort Neustadt-Glewe durchgeführt, allerdings werden Einzelaspekte wie z.B. Gasgeochemie auch an anderen Standorten untersucht. Im Jahr 2006 wurde das Projekt um die Themenfelder Mikrobiologie und Pumpentechnologie erweitert.

Verbesserung der Durchlässigkeit in geothermischen Reservoiren

Förderkennzeichen: 0329940

Laufzeit: 01.06.2004 – 31.08.2007

Zuwendungssumme: 568.901 €

Projektpartner: Rheinisch-Westfälische Technische Hochschule Aachen – Fakultät für Georessourcen und Materialtechnik – E.ON Energy Research Center, Applied Geophysics and Geothermal Energy

Kurzfassung: In diesem Vorhaben erfolgten methodische Arbeiten, welche die Einsatzmöglichkeiten des bestehenden Reservoirsimulators für Enhanced Geothermal Systems (EGS) verbessern. Im Einzelnen betrifft dies: (a) Verallgemeinerung auf nicht-rechtwinklige Gitter; (b) nichtlineare Fließvorgänge in Klüften; (c) kinetisch kontrollierte chemische Reaktionen; (d) Entwicklung einer inversen Methode für die Interpretation von Tracerversuchen; (e) Parallelisierung des Simulationsprogramms. Die entwickelten Methoden wurden bei der Interpretation eines Markierungsversuchs im EGS von Soultz-sous-Forêts sowie für eine Untersuchung des Langzeitverhaltens dieses Modellsystems eingesetzt.

Verbundprojekt: Hot-Dry-Rock-Projekt Soultz: Zweite Phase der Erstellung einer wissenschaftlichen Pilotanlage

Förderkennzeichen: 0329950A; 0329950B; 0329950C; 0329950D

Laufzeit: 01.04.2004 – 30.09.2008

Zuwendungssumme: 6.233.105 €

Projektpartner: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Kordinator); Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA); MeSy Geo Meßsysteme GmbH; GTC Kappelmeyer GmbH

Kurzfassung: Das Ziel des europäischen Hot-Dry-Rock-Forschungsvorhabens „Soultz“ besteht in der Gewinnung von Erdwärme für die Stromproduktion aus tiefen, dichten Gesteinsformationen (Granit). Die Schlüsselrolle spielt hierbei die künstliche Risszerzeugung durch massive Wasserinjektion (Wasserfrac). Es wurden 3 Bohrungen bis auf 5000 m und einer dort vorherrschenden Temperatur von 200°C gebohrt. Durch die Fracoperationen wurde ein unterirdischer Wärmetauscher geschaffen. Basierend hierauf wurde ein ORC-Kraftwerk mit einer elektrischen Leistung von 1,5 MW aufgebaut und im Juni 2008 in Betrieb genommen, so dass erstmals Strom aus einem künstlich geschaffenen Geothermiereservoir erzeugt wird. Im nächsten Schritt soll das Kraftwerk durch Einbeziehung der 2. Förderbohrung erweitert werden.

Verbundprojekt Technologieentwicklung zur Bereitstellung von Grundlaststrom aus Erdwärme

Förderkennzeichen: 0329951B

Laufzeit: 01.04.2004 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 3.191.438 €

Projektpartner: Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) – Sektion Geothermie

Kurzfassung: Im Projekt wurden Fragestellungen betrachtet, die aktuelle Schlüsselprobleme geothermischer Projekte darstellen:

- die Charakterisierung von Reservoiren,
- die Entwicklung speicherschonender Aufschlusstechnologien und geothermiespezifischer Stimulationsverfahren,
- die Untersuchung spezifischer Materialanforderungen an Anlagensystemkomponenten,
- die Optimierung des Anlagenbetriebs.

Hohe Kosten und Risiken der Erschließung geothermischer Reservoire sollen dadurch gesenkt werden. Im Ergebnis werden neue Lösungsansätze für die Nutzung geothermischer Niedrigtemperaturlagerstätten vorgelegt. Im In situ Geothermielabor Groß Schönebeck des GFZ konnten konkrete Problemstellungen in der praktischen Erprobung unter natürlichen Bedingungen gelöst werden.

Technologieentwicklung von Grundstrom aus Erdwärme – Planungswerkzeuge für die Stromerzeugung aus Geothermie

- Förderkennzeichen:** 0329951E
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 385.903 €
Projektpartner: Geothermie Neubrandenburg Gesellschaft mit beschränkter Haftung
- Kurzfassung:** Für die geothermische Stromerzeugung sind hohe Temperaturen (> 120 °C) und hohe Volumenströme (> 100 m³/h) erforderlich. Außerdem besitzen die Wässer einen im Hinblick auf die technische Nutzung anspruchsvollen Chemismus. Praktische Erfahrungen liegen insbesondere für den Langzeitbetrieb unter den genannten Bedingungen noch nicht vor. Für die erfolgreiche Errichtung von Geothermieanlagen werden deshalb im Rahmen des Projektes moderne Planungswerkzeuge auf der Basis vorgelagerter Untersuchungen erstellt. Dafür sind folgende Arbeitspakete vorgesehen:
1. Hydrodynamische Eignungsbewertung geothermischer Speicher
 2. Geochemische Risikopotenziale
 3. Abbauplanung geothermischer Lagerstätten
 4. Effektivitätserhöhung durch optimierte Gestaltung der Anlagen

Technologieentwicklung zur Bereitstellung von Grundlaststrom aus Erdwärme – Betrachtungen zu Lösungs- und Fällungsreaktionen und deren Einfluss auf den Kreislauf einer Geothermieanlage zur Stromerzeugung

- Förderkennzeichen:** 0329951F
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 47.139 €
Projektpartner: Boden Wasser Gesundheit GbR
- Kurzfassung:** Ziel des Projektes ist es, durch Lösungs- und Fällungsexperimente zum besseren Verständnis der Fluid-Fluid- sowie Fluid-Matrix-Wechselwirkungsreaktionen bei der geothermischen Energieerzeugung beizutragen. Die Annahme eines thermodynamischen Gleichgewichts in natürlichen Systemen ist nicht immer gegeben, so dass bei vergleichsweise langsam ablaufenden Reaktionen die Einbeziehung kinetischer Gesetzmäßigkeiten erforderlich ist. Um mehr Informationen über die Entstehungsbedingungen von Scalings zu erhalten, werden in Laborexperimenten das Reaktivitätsverhalten von Aquifergesteinsproben bei Temperaturen größer 100°C sowie das Fällungsverhalten von ausgewählten Feststoffen in hochsalinaren Fluiden untersucht.

Machbarkeit geothermischer Stromerzeugung aus tiefen hydrothermalen Speichern – Bohrtechnischer Ausbau des in situ Geothermielabors Groß Schönebeck und Errichtung eines Thermalwasserkreislaufes für ein Geothermisches Kraftwerk

- Förderkennzeichen:** 0329991
Laufzeit: 01.05.2005 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 16.566.437 €
Projektpartner: Helmholtz-Zentrum Potsdam Deutsches GeoForschungsZentrum (GFZ) – Sektion Geothermie

Kurzfassung: Im Projekt wurde der Forschungsstandort Groß Schönebeck mit einer zweiten Bohrung zu einer Dublette ausgebaut. Neue Bohrtechnologien sowie auf Geothermieanwendungen adaptierte Komplettierungssysteme wurden dabei getestet. In der neuen Bohrung wurden erstmals nach einem für Sedimentlagerstätten entwickelten Konzept Stimulationsmaßnahmen in Form von massiven hydraulischen Tests in unterschiedlichen geologischen Formationen durchgeführt. Es lässt sich ein standortunabhängig einsetzbares Erschließungskonzept zur Nutzung geothermischer Ressourcen außerhalb geothermischer Anomalien ableiten. Das Projekt bildet das Bindeglied zwischen FuE-Arbeiten zur prinzipiellen Machbarkeit und der langfristigen Demonstration geothermischer Stromerzeugung an weiteren Standorten.

Verbundprojekt: GeneSys Horstberg II – Methoden und Konzepte zur Erdwärmegewinnung aus gering permeablen Sedimentgesteinen

- Förderkennzeichen:** 0329996; 0329995
Laufzeit: 01.04.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 2.806.787 €
Projektpartner: Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR) (Kordinator); Institut für Geowissenschaftliche Gemeinschaftsaufgaben (GGA)

Kurzfassung: Das Ziel dieses Gemeinschaftsprojektes von BGR und GGA besteht in der Entwicklung von Konzepten für die geothermische Nutzung von gering permeablen Sedimentgesteinen. In der ca. 4 km tiefen Bohrung Horstberg, bei Uelzen, werden experimentelle Untersuchungen durchgeführt, um insbesondere 2 neue Konzepte zur Erdwärmegewinnung aus einer Bohrung zu testen:

- Zyklische Befüllung eines großflächigen Risses mit Kaltwasser und spätere Rückförderung von Heißwasser.
- Tiefenzirkulation zwischen 2 Schichten einer Bohrung, die vertikal ca. 150 m auseinander liegen.

Beide Konzepte basieren auf der Schaffung eines künstlichen Risses mittels „Wasserfrac“. Dieses Projekt bildet die fachliche Grundlage für das BMWi-Investitionsvorhaben „GeneSys“ zur Beheizung des Geozentrums Hannovers.

7. Niedertemperatur- Solarthermie

Der Anteil erneuerbarer Energien an der gesamten Wärmebereitstellung in Deutschland ist bis 2007 auf 6,4 % gestiegen. Gegenwärtig wird Wärme aus erneuerbaren Energien zu 94 % aus Biomasse erzeugt. Die Solarthermie nimmt mit 3,7 TWh/a derzeit noch einen geringen Anteil an der Wärmeerzeugung ein. Der Solarthermiemarkt entfällt dabei überwiegend auf den Bereich privat genutzter Ein- und Zweifamilienhäuser mit Kleinanlagen bis 20 m².

Deutschland ist in Europa mit einem Anteil von über 40 % Markt – und Technologieführer. Um das Ziel der Bundesregierung zu erreichen, den Anteil erneuerbarer Energien bis 2020 auf 14 % zu erhöhen, sind im Bereich Niedertemperatur-Solarthermie jedoch weitere verstärkte Forschungsanstrengungen und begleitende Maßnahmen zur Markteinführung nötig. Insbesondere geht es darum, den Markt für deutlich größere Solaranlagen im Bereich mehrgeschossiger Wohngebäude, Hotels und öffentlicher Gebäude zu erschließen. Mit dem abgeschlossenen Programm Solarthermie-2000 wurden die hierfür notwendigen Solar- und Speichertechniken entwickelt und erprobt.

Die zukünftigen Schwerpunkte bei Forschung, Entwicklung und Demonstration liegen bei großen Solaranlagen zur Heizungsunterstützung, bei der Integration von Solaranlagen in Wärmenetze sowie bei neuen Einsatzgebieten wie der solaren Klimatisierung und der Erzeugung solarer Prozesswärme im gewerblichen Bereich. Diese werden im Förderprogramm Solarthermie2000plus adressiert. Eine Besonderheit stellt hier das umfangreiche wissenschaftliche Mess- und Monitoringprogramm durch ausgewählte unabhängige Forschungseinrichtungen dar. Insbesondere die wissenschaftliche Betreuung von Pilot- und Demonstrationsanlagen mit einem mehrjährigen Intensivmessprogramm, das dem Nachweis der Funktionsfähigkeit, der Überprüfung der solaren Ertragsgarantien sowie der Durchführung notwendiger Optimierungsmaßnahmen dient, hat sich bewährt. Hierdurch sollen die technischen Voraussetzungen zur künftigen Markteinführung geschaffen werden.

Zentrale Forschungsthemen sind die weitere Kostensenkung und Effizienzerhöhung für Kollektoren und Speicher, insbesondere durch Einsatz neuer Werkstoffe, innovative Konstruktionsprinzipien, optimierte Regelkonzepte und der Integration der Solartechnik in das Gesamtenergiekonzept von Gebäuden. Übergeordnete Ziele sind die

Einsparung fossiler Brennstoffe und damit die Reduzierung der CO₂-Emissionen und die Stärkung der Versorgungssicherheit. Langfristig soll das 100 % regenerativ versorgte Gebäude Standard werden.

Die künftigen Forschungsschwerpunkte sollen in einem bis 02/2009 zu erarbeitenden Strategiepapier zur Technologieentwicklung bis 2030 im Rahmen der Deutschen Solarthermie-Technologie-Plattform (DSTTP) unter Federführung des Bundesverbandes für Solarwirtschaft (BSW) gemeinsam von Solarforschungsinstituten und der Industrie konkretisiert werden.

7.1 Forschung und Technologieentwicklung für Kollektoren und Speicher

Die weitere Effizienzsteigerung und Kostensenkung bei Kollektoren und Speichern ist zentral für die Erschließung neuer Märkte und Potenziale. Bis 2020 sollen gemäß der Roadmap des BMU zur Entwicklung der Solarthermie die solaren Wärmegestehungskosten halbiert werden.

Im Bereich der Kollektortechnik geht es sowohl um die weitere Wirkungsgradsteigerung für den Einsatz bei höheren Temperaturen für die solare Klimatisierung und solare Prozesswärme unter Berücksichtigung von Stagnationsproblemen als auch um den Einsatz neuer, kostengünstigerer Werkstoffe und Konstruktionsprinzipien. Vorbereitende Forschungsarbeiten für hocheffiziente Flachkollektoren werden dabei insbesondere durch die Solarforschungsinstitute FhG-ISE Freiburg, das ZAE Garching, das ISFH Hameln-Emmerthal und auch Unternehmen wie die Fa. Wagner Solartechnik GmbH Cölbe wie auch zur Untersuchung des Stagnationsverhaltens großer Vakuumröhrenkollektorfelder durch die TU Berlin durchgeführt.

Die Integration der Solartechnik in das Gebäude erfährt eine wachsende Bedeutung bei der Entwicklung innovativer Systemkonzepte. An der Universität Stuttgart wird in Zusammenarbeit mit der Industrie die Integration von Vakuumröhrenkollektoren in Glasfassaden zur Energiegewinnung und Tageslichtnutzung untersucht.

In einem Verbundvorhaben der TU Dresden mit der Fa. Tinox GmbH München und Lambda Technology GmbH Egling soll ein neuartiges Infrarotlötverfahren (NIR) insbesondere für Al-Solarabsorber entwickelt werden, das gegenüber Laser- bzw. Ultraschallschweißen deutlich kostengünstiger wäre und damit insbesondere für KMU eine wirtschaftliche Perspektive zur Absorberherstellung bieten kann.

Die stark gestiegenen Weltmarktpreise für metallische Werkstoffe, insbesondere Kupfer und Stahl erfordern neue Lösungen im Kollektor- aber auch im Speicherbau. Zum Einsatz kostengünstiger polymerer Werkstoffe für Kollektoren unter Berücksichtigung ihrer Gebrauchsdauereigenschaften und neuartiger Fertigungsmöglichkeiten wurden Forschungsarbeiten an der FH Ingolstadt begonnen.

Ein Schlüsselthema der Solarthermie ist die Wärmespeicherung. Die Erhöhung der Speicherdichte gegenüber Wasser durch neuartige Phasenwechsel- und Sorptionsmaterialien ist dabei eine zentrale Aufgabe. Am FhG-ISE Freiburg wurde mit

dem Aufbau eines Entwicklungs- und Syntheselabors für neue Speichermaterialien die materielle Basis für die künftige Speicherforschung deutlich gestärkt.

Im Bereich der Speicherentwicklung ist zur Substitution von Stahl die Entwicklung modular aufgebauter Mehrkomponentenspeicher unter Einsatz von Kunststoffen und neuen, kostengünstigen Fertigungsprinzipien im Bereich von 3-30 m³ ein Schwerpunkt. Derartige Speicher für große Solaranlagen zum solaren Heizen werden künftig verstärkt benötigt. Forschungsarbeiten dazu wurden mit Unterstützung der Industrie an der Universität Kassel und zu neuartigen Be- und Entladesystemen an der TU Chemnitz und TU Ilmenau aufgenommen.

Die Forschungsarbeiten stehen dabei im Kontext und aktiver Mitwirkung mit den laufenden internationalen Forschungsaktivitäten im IEA-SHC-Programm (solar heating and cooling).

Systemuntersuchungen großer solarthermischer Kombianlagen; Teilprojekt: Stagnationsuntersuchungen in den Kollektorkreisen hochdimensionierter Anlagen

Förderkennzeichen: 0329268A

Laufzeit: 01.10.2003 – 30.04.2007

Zuwendungssumme: 228.133 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Solarthermische Kombianlagen weisen in den Sommermonaten längere Stagnationszeiten auf. Während der Stagnation entsteht Dampf im Kollektorfeld, der weit in den Solarkreis eindringen und dort temperaturempfindliche Komponenten beschädigen kann. Vor allem über das Stagnationsverhalten größerer Kollektorfelder war bisher wenig bekannt. Im Rahmen des Forschungsprojektes wurden Stagnationsuntersuchungen an verschiedenen Kollektorfeldern durchgeführt. Zahlreiche Komponenten der Anlagen wurden einer eingehenden Analyse unterzogen, um stagnationsbedingte Schäden zu identifizieren. Ferner wurden Maßnahmen entwickelt und getestet, die die Belastungen für das System mindern können. Es wurde ein Verfahren zur verlässlichen und sicheren Dimensionierung von MAGs solarthermischer Anlagen entwickelt.

Solarthermie2000plus: Weiterentwicklung und Optimierung von Be- und Entladesystemen für Tank- und Erdbeckenspeicher

Förderkennzeichen: 0329271A

Laufzeit: 01.09.2004 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 528.938 €

Projektpartner: Technische Universität Chemnitz – Fakultät für Maschinenbau

Kurzfassung: Die effiziente und kostengünstige Speicherung thermischer Energie bedingt einfache Be- und Entladesysteme, die zuverlässig eine thermische Schichtung im Speicher bewirken und erhalten. Vor diesem Hintergrund erfolgen eine permanente Marktbeobachtung und Literaturrecherche. Darauf aufbauend werden mit dem Ziel der Weiterentwicklung und Optimierung an verschiedenen Be- und Entladekonstruktionen sowohl experimentelle Untersuchungen als auch Simulationen mit CFD (Computational Fluid Dynamics) durchgeführt. Ein Testverfahren im Labor überprüft die Funktionsweise unter praxisnahen Bedingungen.

Solarthermie2000plus: Kollektorentwicklung und -testung für Solare Prozesswärme im Bereich von 80 bis 250 °C

Förderkennzeichen: 0329273A
Laufzeit: 01.10.2004 – 31.10.2007
Zuwendungssumme: 517.947 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Im Projekt wurde ein Teststand entwickelt, mit dem die Wirkungsgrade von Solarkollektoren bis zu Kollektortemperaturen von 200°C direkt gemessen werden können. Der Teststand ist so konzipiert worden, dass er sowohl mit dem Outdoorteststand (bei Verwendung des Trackers und solarer Direktstrahlung) als auch mit dem Indoorteststand mit Solarsimulator verwendet werden kann. Der Teststand ermöglicht somit die Untersuchung und Entwicklung der ganzen Bandbreite von Prozesswärmekollektoren, angefangen von verbesserten Flachkollektoren und Vakuumröhrenkollektoren, über CPC-Kollektoren mit niedrigen Konzentrationsfaktoren bis hin zu hoch-konzentrierenden Kollektoren, wobei konzentrierende Kollektoren bei solarer Direktstrahlung mit dem Outdoorteststand untersucht werden müssen.

Integration von Solarthermie in Glasfassaden von Bürogebäuden zur Energiegewinnung, Tageslichtnutzung und als Sonnenschutz

Förderkennzeichen: 0329278A
Laufzeit: 01.11.2005 – 30.06.2008
Zuwendungssumme: 227.525 €
Projektpartner: Universität Stuttgart – Fakultät 1 Architektur und Stadtplanung – Institut für Baukonstruktion -Lehrstuhl 2 für Baukonstruktion und Entwerfen

Kurzfassung: Das IBK 2, der Universität Stuttgart führt das Forschungsvorhaben zur Integration von Solarthermie in Fassaden von Bürogebäuden zur Energiegewinnung, Tageslichtnutzung und als transparenter Sonnenschutz durch, da in solchen Gebäuden nicht ausreichend Dachflächen für solarthermische Anlagen zur Verfügung stehen.

Aufgrund ihrer Vorteile fiel die Wahl auf die Vakuumröhre von Schott. Ziel des Vorhabens ist die Entwicklung eines Fassadenbauteils, das unterschiedlichste Funktionen übernehmen kann. Die erzeugte Energie soll zur Warmwasserbereitung/Raumheizung, sowie zur solaren Kühlung verwendet werden. Wichtig ist hierbei eine einwandfreie technische Funktion, hohe Zuverlässigkeit, Wartungsfreundlichkeit und flexible Gestaltungsmöglichkeiten mit hoher architektonischer Qualität zu verbinden.

Solarthermie2000plus: Entwicklungslabor Neue Phasenwechsel- und Sorptionsmaterialien für die Wärmespeicherung und Transformation

Förderkennzeichen: 0329279A
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2007
Zuwendungssumme: 1.000.000 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Am Fraunhofer ISE wurde im Rahmen dieses Projektes ein neues Labor zur Synthese und Bewertung von Materialien zur Wärme- und Kältespeicherung sowie Wärmetransformation auf Basis von Sorptions- und Phasenwechselflüssigkeiten aufgebaut. Das ISE war bisher nur im Bereich der Charakterisierung der beiden Materialgruppen tätig. Mit Hilfe des neu eingerichteten Entwicklungslabors wurde die Möglichkeit geschaffen, neuartige Speichermaterialien zu synthetisieren und gezielt auf geplante Anwendungen der Wärmespeicherung- und Transformation hin zu entwickeln. Damit soll in Zukunft die Forschung und Entwicklung auf dem Gebiet der Wärmestransformation durch die Verknüpfung von Materialentwicklung und Systemoptimierung signifikant beschleunigt und intensiviert werden.

Solarthermie2000plus: Hocheffizienter Flachkollektor mit Folienisolation und Überhitzungsschutz für Betriebstemperaturen von 70-100 °C

Förderkennzeichen: 0329280A
Laufzeit: 01.11.2006 – 31.10.2008
Zuwendungssumme: 306.018 €
Projektpartner: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) – Abt. 1 – Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien

Kurzfassung: Flachkollektoren werden weiterentwickelt: Zur Unterdrückung der Wärmeverluste nach vorne wird eine hochtransparente Kunststoff-Folie zwischen Absorber und Abdeckscheibe eingebracht. Nach hinten wird die Substitution der Mineralwolle- durch eine Folienisolation untersucht. Bei Überhitzung wird die solare Transmission temporär durch Einbringen einer opaken Folie zwischen Absorber und Abdeckscheibe vermindert. Es werden Folienisolationen theoretisch studiert, Untersuchungen (mechanisch, optisch, thermisch) an Folienmaterialien und -befestigung sowie auf dem Kollektorteststand durchgeführt, ein Überhitzungsschutz entwickelt und an Prototypen untersucht, eine Pilotanlage (10-20 m²) aufgebaut und vermessen. Neben einem Kollektorhersteller ist auch ein Folienhersteller eingebunden.

Solarthermie2000plus: Anlagen zur Entwicklung von Hocheffizienz-Flachkollektoren (Kurzbezeichnung: HFK-Invest)

Förderkennzeichen: 0329280B

Laufzeit: 01.09.2006 – 31.12.2007

Zuwendungssumme: 997.331 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Hocheffiziente Flachkollektoren mit geringen Wärmeverlusten für Nutztemperaturen über 90°C sind eine wichtige Option. Schlüsselkomponenten dafür sind Mehrfachverglasungen mit speziellen Beschichtungen. Zur Entwicklung und Prüfung von Kollektoren und Verglasungen sind angepasste Anlagen für Leistungs- und Gebrauchstauglichkeitsuntersuchungen entwickelt und in Betrieb genommen worden. Diese umfassen im wesentlichen:

- Begehbare Klimakammer mit Sonnensimulator (-20°C bis +80°C), mit Regentest und Fluidkreis (bis 140°C),
- Messstand für g- und U- Wert- Bestimmung mit Nachführstand und Temperaturdifferenz- Belastungsteststand für Verglasungen sowie
- Testdach mit gesamt 4 Fluidkreisen (Wasser, Glykol) bis max. 175°C.

Diese Anlagen stehen für nachfolgende Entwicklungsaufgaben zur Verfügung.

Solarthermie2000plus: Entwicklung eines leistungsgesteigerten Flachkollektors mit Reflektoren für die Gewinnung von Prozesswärme bis 150°C

Förderkennzeichen: 0329280C

Laufzeit: 01.08.2007 – 31.07.2010

Zuwendungssumme: 379.372 €

Projektpartner: Wagner & Co Solartechnik GmbH

Kurzfassung: Standard-Flachkollektoren wie sie zur Brauchwassererwärmung verwendet werden sind kostengünstig, weisen jedoch bei Betriebtemperaturen oberhalb von 80°C hohe Wärmeverluste auf. Aus diesem Grund werden im Bereich der Niedertemperatur-Prozesswärmegewinnung häufig kostenintensive Vakuumröhren- oder Parabolrinnenkollektoren eingesetzt. Ziel des Projektes ist die Entwicklung eines kostengünstigen Flachkollektors, der sich für Prozesswärmeanwendungen bis 150°C eignet. Zu diesem Zweck wird ein Kollektor mit konzentrierenden Reflektoren entwickelt, der zur Minderung der spezifischen Wärmeverluste je Aperturfläche führt. Darüber hinaus werden transparente Zweifachabdeckungen entwickelt, durch die sich die Dämmeigenschaften des Kollektors weiter verbessern lassen.

Solarthermie2000plus: Grundlagen für selektiv beschichtete Hochleistungsverglasungen für Flachkollektoren

Förderkennzeichen: 0329280D

Laufzeit: 01.10.2007 – 30.09.2010

Zuwendungssumme: 477.853 €

Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Hocheffiziente Flachkollektoren für Nutztemperaturen über 90°C sind eine wichtige Option für die Verbreitung solarthermischer Anlagen. Heutige Flachkollektoren weisen dafür zu hohe Wärmeverluste der transparenten Abdeckung auf. Ziel ist, diese durch den Einsatz von Mehrfachverglasungen mit geeigneter Low-e Beschichtung weiter zu entwickeln. Dazu werden die Grundlagen erarbeitet. Die Aufgaben im Projekt sind im Wesentlichen:

- Entwicklung und Bewertung von niedrig emittierenden TCO- Schichten
 - Gebrauchstauglichkeitsuntersuchungen an Isolierverglasungen und Kollektoren
 - Analyse des Wärmetransports in Mehrfachverglasungen und Bewertung von Wärmehücken
- Es werden Messungen an Kollektor- und Verglasungsprototypen, begleitet von theoretischen Untersuchungen, durchgeführt.

Solarthermie2000plus: TECHNOSOL – Entwicklung einer Forschungsstrategie für die Niedertemperatur-Solarthermie-Technologie sowie nationale Begleitung der Europäischen Solarthermie-Technologie-Plattform ESTTP

Förderkennzeichen: 0329281A

Laufzeit: 01.11.2006 – 31.10.2008

Zuwendungssumme: 310.912 €

Projektpartner: Bundesverband Solarwirtschaft e.V.

Kurzfassung: Um die Weiterentwicklung der Solarthermie-Technologie zu beschleunigen, wurde im Rahmen des Projekts "TechnoSol" die Gründung der „Deutschen Solarthermie-Technologieplattform DSTTP“ angeregt. Die DSTTP wird von über 100 Experten aus Industrie und Forschung getragen. Ziel des Expertenzusammenschlusses ist es, eine Vision und eine Forschungsstrategie für die Solarthermie in Deutschland zu entwickeln. Die deutsche Plattform setzt sich aus acht autonom arbeitenden Arbeitsgruppen zusammen und unterstützt die ESTTP. Zum Projekt gehören die Erstellung von Teilstudien, Öffentlichkeitsarbeit, der Aufbau eines Technologieportals und die Durchführung eines Technologieworkshops und einer Konferenz. Das Sekretariat der DSTTP ist beim BSW-Solar angesiedelt, Partner sind das FhG ISE und das ITW / SWT.

Verbundprojekt: Solarthermie 2000 plus: Entwicklung eines neuartigen NIR Lötverfahrens für Solarabsorber

Förderkennzeichen: 0329282A; 0329282B; 0329282C

Laufzeit: 01.03.2007 – 28.02.2010

Zuwendungssumme: 697.006 €

Projektpartner: Technische Universität Dresden – Fakultät Maschinenwesen – Institut für Oberflächen- und Fertigungstechnik (Koordinator); Lambda Technology Gesellschaft für thermische Prozesse mbH; TiNOX GmbH Entwicklung und Produktion solarer Energiesysteme

Kurzfassung: Dieses Vorhaben hat zum Ziel, ein neuartiges Infrarot-Lötverfahren als Fügeverfahren für Vollflächenabsorber aus Aluminium zu entwickeln. Dieses Verfahren soll als Alternative zum Laserschweißen den wirtschaftlichen Einsatz von Aluminiumhalbleitern auch für KMU ermöglichen. Des Weiteren soll dieses Verfahren als energiesparende Alternative zum konventionellen Ofenlötverfahren stehen.

Dabei steht die deutliche Senkung der Fertigungskosten bei gleichzeitig hoher technologischer Flexibilität im Vordergrund der Entwicklung.

Die am Verbundprojekt beteiligten Partner verfolgen dabei folgende Teilziele:

- Entwicklung des NIR-Lötverfahrens
- Entwicklung eines Hochleistungs-NIR-Lötsystems
- Entwicklung einer hochtemperaturfesten selektiven Solarabsorberbeschichtung

Solarthermie2000plus: Messtechnische Untersuchung zur verringerten Leistungsfähigkeit eines Kollektorfeldes für die Solar gestützte Kälteerzeugung

Förderkennzeichen: 0329283A

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 286.861 €

Projektpartner: Technische Universität Berlin - Institut für Energietechnik, Fachgebiet Maschinen- und Energieanlagentechnik; Sekr. KT 2

Kurzfassung: In einem Solarkollektorfeld mit Vakuumröhren zur solargestützten Kälteerzeugung soll die verringerte Leistungsfähigkeit untersucht werden. Bisher wurde festgestellt, dass es in einzelnen Kollektorgruppen bzw. -röhren zur Dampfbildung kommen kann, obwohl die Austrittstemperatur aus dem Gesamtkollektorfeld unterhalb der Siedetemperatur liegt. In Ablehnung an den Begriff der (vollständigen) Stagnation in Kollektoranlagen wird dieses Verhalten als partielle Stagnation bezeichnet, da es sich auf Teilbereiche des Kollektorfeldes beschränkt. Die genauen Ursache-Wirkungs-Zusammenhänge sollen an der Anlage von der Technischen Universität Berlin und auf einem Teststand vom ISFH/Hameln untersucht werden. Weitere Projektpartner sind die Firmen Viessmann, Spirotech und Tyforop Chemie.

Solarthermie2000plus: Theoretische und experimentelle Untersuchungen großer kostengünstiger Solarspeicher in Mehrkomponentenbauweise

Förderkennzeichen: 0329284A

Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2009

Zuwendungssumme: 316.250 €

Projektpartner: Universität Kassel – Institut für Thermische Energietechnik (ITE)

Kurzfassung: Um die Realisierung großer solarthermischer Kombianlagen zu erleichtern und die Kosten solcher Systeme zu senken, wird ein neuartiger Warmwasserspeicher in der Größenordnung von 3.30 m³ entwickelt und wissenschaftlich untersucht. Um sowohl eine einfache Einbringung als auch eine hohe Leistungsfähigkeit zu erreichen, werden konstruktiv die Funktionen "Wasserdichtigkeit", "Formstabilität" und "Wärmedämmung" getrennt. Es werden verschiedene Kunststoffe auf ihre Langzeitbeständigkeit geprüft, Prototypen aufgebaut und Simulationsstudien zur hydraulischen Einbindung durchgeführt. Abschließend soll in Feldversuchen die Funktionstüchtigkeit des Konzepts unter Beweis gestellt werden.

Solarthermie 2000plus: Kunststoffe in solarthermischen Kollektoren – Anforderungsdefinition, Konzeptentwicklung und Machbarkeitsbewertung

Förderkennzeichen: 0329285A

Laufzeit: 01.12.2007 – 31.10.2010

Zuwendungssumme: 271.852 €

Projektpartner: Fachhochschule Ingolstadt – Institut für angewandte Forschung

Kurzfassung: Steigende Weltmarktpreise für Rohstoffe laufen den Bemühungen nach weiteren Kostensenkungen in der Solarkollektorfertigung entgegen. Neben der Einsparung von teurem Kupfer wären mit dem Einsatz von Kunststoffen eine Gewichtsreduzierung und Vorteile bei der Montage realisierbar. Durch Nutzung moderner Fertigungstechnologien könnte die bisherige Kollektorfertigung weiter automatisiert und die Kosten gesenkt werden. Allerdings setzen dabei die Werkstoffeigenschaften Grenzen zum Einsatz preiswerter Kunststoffe. An der Fachhochschule Ingolstadt, Kompetenzzentrum Solartechnik, werden deshalb ausgehend von Jahresdauerlastprofilen herkömmlicher Systeme polymere Materialien und Fertigungsverfahren bewertet, mit dem Ziel Konzepte für kostengünstige integrierte Kunststoffkollektoren zu entwickeln.

Solarthermie2000plus: Untersuchung des Einflusses von Grundwasserströmung auf Erdsondenwärmespeicher

Förderkennzeichen: 0329289A
Laufzeit: 01.03.2008 – 31.12.2009
Zuwendungssumme: 205.710 €
Projektpartner: Universität Stuttgart – Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik

Kurzfassung: Die thermische Effizienz von Erdsonden-Wärmespeichern, wie sie z.B. zur saisonalen Wärmespeicherung in Solar unterstützten Nahwärmesystemen zum Einsatz kommen, wird sehr stark von strömendem Grundwasser beeinflusst. Es ist jedoch kein geeignetes Simulationsprogramm am Markt erhältlich, welches die Auslegung solcher Systeme unter Grundwassereinfluss ermöglicht. Am Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik der Universität Stuttgart wird im Rahmen dieses Projektes ein Wärme- und Stofftransport Modell zur Simulation solcher Systeme erarbeitet. Das entstehende Simulationstool wird anhand realer Messdaten von Thermal Response Tests und umfangreicher Messtechnik am Erdsonden-Wärmespeicher in Crailsheim validiert werden.

Solarthermie-2000, Teilprogramme: Begleitforschung; Entwicklung eines Input/Output-Controllers zur Funktionskontrolle von Solaranlagen

Förderkennzeichen: 0329718A/9
Laufzeit: 01.12.1999 – 28.02.2007
Zuwendungssumme: 341.206 €
Projektpartner: Institut für Solarenergieforschung GmbH

Kurzfassung: Das Verfahren besteht aus dem IOC-Gerät einschließlich Algorithmus und Messsensorik, sowie den IOC-Verfahrensregeln zur Integration in den Bauprozess einer Solaranlage. Der IOC-Algorithmus berechnet erwartete Solarerträge und vergleicht sie mit täglichen Ertragsmesswerten. Derzeit werden zwei IOC-Geräte kommerziell angeboten: der Input/Output-Controller als Kompaktgerät der Fa. RESOL, GmbH, Hattingen und eine WEB-basierte IOC-Variante der Fa. INGA, Hameln zum Einsatz in der Gebäudeleittechnik. In praktischen Tests von 13 IOC-Geräten wurde die theoretische Verfahrensunsicherheit validiert, die mit ca. 7 % gegenüber dem Projektziel halbiert wurde. Der Entwurf zur VDI 2169 „Funktionskontrolle“ beschreibt das IOC-Verfahren als Verfahren zur automatischen Ertragsbewertung.

7.2 Solare Heizungsunterstützung und Solare Nahwärme mit Langzeitwärmespeicherung

In der Vergangenheit konnte durch die Installation von Solaranlagen zur Trinkwasserwärmung nur ca. 5 % des Gesamtwärmebedarfes von Gebäuden abgedeckt werden. Demgegenüber leisten Solaranlagen zur Heizungsunterstützung mit einem solaren Deckungsanteil von über 10 bis 35 % am Gesamtwärmebedarf einen wesentlich größeren Beitrag zur Einsparung fossiler Brennstoffe und damit zum Klimaschutz. Heute sind in Deutschland bereits über die Hälfte aller neu installierten Solaranlagen Anlagen zur Heizungsunterstützung.

Mit dem abgeschlossenen Verbundprojekt „Systemuntersuchungen großer solarthermischer Kombianlagen“ am FhG-ISE Freiburg, ISFH Hameln und Steinbeis SWT Stuttgart wurden die wissenschaftlichen Grundlagen für große heizungsunterstützende Systeme geschaffen und an Testdächern und realen Anlagen erprobt.

Solaranlagen in Verbindung mit Nahwärmesystemen und Langzeitwärmespeicherung ermöglichen solare Deckungsanteile von 50 % und mehr und können einen wesentlich größeren Beitrag zur CO₂-Minderung als bei Einzelgebäuden leisten. In den Langfristszenarien des BMU zum Einsatz erneuerbarer Energien wird deshalb darauf verwiesen, dass bis 2050 der Anteil von Wärmenetzen mit Energie aus Solarthermie und Biomasse eine wachsende Rolle einnehmen wird. Im Programm Solarthermie-2000 wurden mit acht Pilotanlagen unterschiedliche Konzepte (Erdbeckenbehälterspeicher, Erdsondenspeicher, Aquiferspeicher) erprobt und wissenschaftlich begleitet.

Das Ziel derzeitiger Langzeitwärmespeicherprojekte ist die weitere Senkung der spezifischen Speicherkosten, die Verringerung der Speicherverluste und die Erhöhung der solaren Systemerträge bzw. des solaren Deckungsanteils. Mit den Pilotanlagen der sogenannten „3. Generation“ in München-Ackermannbogen, in Crailsheim und Eggenstein-Leopoldshafen konnten die spezifischen Speicherbaukosten durch Einsatz neuartiger Konstruktionsprinzipien, Bauverfahren und neuer Speicher-



Solkollektor zur Warmwassererzeugung

bau- und Dämmstoffe deutlich gesenkt werden. Gleichzeitig wurde die Systemeffizienz durch Integration großer thermisch angetriebener Absorptionswärmepumpen weiter erhöht. Grundlegende Forschungsarbeiten zur Weiterentwicklung der Erdbeckenspeichertechnologie an der Universität Stuttgart wurden bei der Planung und dem Bau der neuen Pilotanlagen direkt umgesetzt. Die Pilotanlagen werden über Monitoringprojekte mehrjährig wissenschaftlich begleitet und das Langzeitverhalten derartiger Speicher vermessen. Deutschland nimmt auf dem Gebiet der Forschung, dem Bau und Betrieb von solaren Langzeitwärmespeichern eine weltweit führende Rolle ein.

Solarthermie 2000, Teilprogramm 2: Wissenschaftliche Programmbegleitung und Meßprogramm Solarthermische Demonstrationsanlagen (Projektphase 2) im Freistaat Sachsen

Förderkennzeichen: 0329601K
Laufzeit: 01.06.2000 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 954.353 €
Projektpartner: Technische Universität Chemnitz – Fakultät für Maschinenbau – Professur für Technische Thermodynamik

Kurzfassung: Im Rahmen des Förderprogramms Solarthermie2000 wurden in ganz Deutschland (anfangs mit Schwerpunkt in den neuen Bundesländern) Demonstrationsanlagen im Bereich Solargroßanlagen zur Brauchwarmwasserbereitung gefördert. Die TU Chemnitz hatte hierbei die Aufgabe des Monitorings, wozu auch gehörten Objektauswahl und -begutachtung, Planungsunterstützung sowie Anlagenüberwachung mit diversen Mess- und Prüfaufgaben. In einem der letzten zu begleitenden Projekte kam es neben der Brauchwarmwasserbereitung auch schon zur solaren Heizungsunterstützung. Damit wurde ein Übergang geschaffen zum parallelen Anlauf des Nachfolgevorhabens Solarthermie2000plus. (siehe FKZ: 0329601S) 2004 endete die Förderung weiterer Objekte. Das Monitoring der meisten Anlagen wird fortgesetzt.

Solarthermie-2000, Teilprogramm 2: Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung im Bundesland Mecklenburg-Vorpommern und Teilen der Bundesländer Berlin, Brandenburg und Sachsen-Anhalt

Förderkennzeichen: 0329601N
Laufzeit: 01.10.2002 – 30.06.2008
Zuwendungssumme: 568.897 €
Projektpartner: Fachhochschule Stralsund – Fachbereich Elektrotechnik und Informatik – Labor für Automatisierungstechnik

Kurzfassung: Im Rahmen des BMU Förderprogramms "Solarthermie2000plus" betreut die FH Stralsund mehrere thermische Solaranlagen in Mecklenburg-Vorpommern, Berlin, Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Das Programm soll die Weiterentwicklung der Systemtechnik intensiv anregen und schließlich zu Solaranlagen führen, die sowohl technischen als auch wirtschaftlichen Ansprüchen gerecht werden, und so einen wichtigen Beitrag zu einer künftig verstärkten thermischen Nutzung der Solarenergie liefern. Die Mitarbeit der FH Stralsund in „Solarthermie2000plus“ schließt sich inhaltlich an die Aktivitäten des Komplexlabors „Alternative Energie“ an, in dem Studenten praxisnah verschiedene Energiewandlungs- und Speicherungsprozesse untersuchen können (PV, Wind, Solarthermie, Wasserstoff, Biomasse).

Solarthermie-2000: Wissenschaftliche Programmbegleitung und Messprogramm Solarthermie 2000 für Solaranlagen im Freistaat Thüringen (Phase 3)

Förderkennzeichen: 0329601O
Laufzeit: 01.09.2003 – 31.08.2007
Zuwendungssumme: 623.666 €
Projektpartner: Technische Universität Ilmenau – Fakultät für Maschinenbau – Fachgebiet Thermo- und Magnetofluiddynamik

Kurzfassung: 1994-2007 wurden im Bundesforschungsprogramm Solarthermie2000, Teilprogramm 2 große solarthermische Anlagen initiiert und wissenschaftlich – technisch begleitet. In Thüringen ist die TU Ilmenau (Fachgebiet Thermo- und Magnetofluiddynamik, Prof. Thess, an der Fakultät für Maschinenbau) damit beauftragt. Inhalt des Berichtes ist die Phase 3 und eine Zusammenfassung der Phasen 1 und 2. Innerhalb des Programms ST2000, TP2 werden zum Zeitpunkt der Berichterstellung 19 solarthermische Anlagen mit einer Kollektorfläche von 3.426,1 m² in Thüringen und Sachsen-Anhalt betreut. Alle Anlagen haben bisher innerhalb der Intensivmessphase (3 Jahre) die Garantiewerte erfüllt.

Solarthermie2000plus: Wissenschaftlich-technische Begleitung von Solaranlagen im Südwesten Deutschlands

Förderkennzeichen: 0329601P
Laufzeit: 01.08.2006 – 31.07.2009
Zuwendungssumme: 397.546 €
Projektpartner: Hochschule Offenburg – Hochschule für Technik, Wirtschaft und Medien

Kurzfassung: Im Rahmen des Förderkonzepts Solarthermie2000plus werden in ganz Deutschland Pilot-, Forschungs- und Demoanlagen im Bereich Solargroßanlagen zur Heizungsunterstützung, solare Nahwärme und solare Klimatisierung begleitet und vermessen. Hauptaufgaben der Hochschule Offenburg, für Projekte in Südwestdeutschland, sind:

- Objektauswahl und –begutachtung
- Planungsunterstützung
- Überwachung der Anlagen- und Messtechnikinstallation sowie
- Anlagenüberwachung mit diversen Mess- und Prüfaufgaben.

Es sollen Grundlagen geschaffen werden für einen optimalen Betrieb der Solaranlagen, die so eine wirtschaftliche Konkurrenz zu konventionellen Energietechniken darstellen. Die Anlagen sollen einen möglichst hohen Beitrag zur CO₂-Reduzierung leisten.

Solarthermie2000plus: Programmbegleitendes Messprogramm zu Solarthermie-2000 und zu Solarthermie-2000plus

Förderkennzeichen: 0329601K
Laufzeit: 01.01.2007 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.241.938 €
Projektpartner: ZfS-Rationelle Energietechnik GmbH

Kurzfassung: In den Förderkonzepten Solarthermie-2000 und Solarthermie2000plus wurden ca. 80 thermische Solaranlagen als Demonstrations- und Forschungs- bzw. Pilotanlagen errichtet.

Vor der Ausschreibung steht die ZfS bei der Systemkonzeption beratend zur Verfügung, so dass Planungsmängel schon sehr früh vermieden werden.

Mit Hilfe der installierten Messtechnik wird das Betriebsverhalten der Systeme und ihrer Einzelkomponenten detailliert analysiert.

Ziel der messtechnischen Begleitung ist es, Systeme und Komponenten zuverlässiger, effizienter und wirtschaftlicher zu machen sowie Planungsaufwand und Systemkosten zu reduzieren.

Vergleiche zwischen diversen Systemvarianten sollen zu Empfehlungen für die technisch und wirtschaftlich besten Lösungen bei unterschiedlichen Betriebsbedingungen führen.

Solarthermie2000plus: Wissenschaftliche Programmbegleitung und Messprogramm Solarthermie2000 / 2000plus für Solaranlagen im Freistaat Thüringen (Phase 4)

Förderkennzeichen: 0329601R
Laufzeit: 01.09.2007 – 31.12.2010
Zuwendungssumme: 702.046 €
Projektpartner: Technische Universität Ilmenau – Fakultät für Maschinenbau – Fachgebiet Thermo- und Magnetofluiddynamik

Kurzfassung: 1994-2002 wurden im Bundesforschungsprogramm Solarthermie2000, Teilprogramm 2 große solarthermische Anlagen initiiert und wissenschaftlich – technisch begleitet.

In Thüringen ist die TU Ilmenau (Fachgebiet Thermo- und Magnetofluiddynamik, Prof. Thess, an der Fakultät für Maschinenbau) damit beauftragt.

Das Programm ist 2002 (Antragsende) ausgelaufen.

Durch das fördernde Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU) ist das Förderkonzept (Solarthermie2000plus) mit neuen Schwerpunkten zur Fortsetzung der Forschungsförderung auf dem Gebiet der Niedertemperatur- Solarthermie am 27.2.2004 in Neckarsulm bekannt gegeben worden.

Inhalt des Berichtes ist der aktuelle Stand einschl. des Beginns Phase 4 und eine Ergebniszusammenfassung zum Zeitraum 1994 –2007.

Solarthermie2000plus: Anwendungsorientierte Grundlagenuntersuchungen zur Monitoring-Messtechnik in solarthermischen Anlagen und wissenschaftliche Begleitung von Pilot- und Demonstrationsanlagen

Förderkennzeichen: 0329601S
Laufzeit: 01.04.2008 – 31.03.2011
Zuwendungssumme: 635.829 €
Projektpartner: Technische Universität Chemnitz – Fakultät für Maschinenbau – Professur für Technische Thermodynamik

Kurzfassung: Im Rahmen des Förderkonzepts Solarthermie2000plus werden in ganz Deutschland Pilot-, Forschungs- und Demoanlagen im Bereich Solargroßanlagen zur Heizungsunterstützung, solaren Nahwärme, Prozesswärmebereitstellung und solare Klimatisierung/-Kühlung wissenschaftlich begleitet. Dazu gehören Objektauswahl und -begutachtung, Planungsunterstützung, Überwachung der Anlagen- und Messtechnikinstallation sowie Anlagenüberwachung per Monitoring mit dem Ziel von Optimierungsempfehlungen bei Anlagenminderfunktionen. Zusätzlich werden auf dem Wege der gezielten Recherche und über eigene Laboruntersuchungen Empfehlungen für künftige Monitoringmesstechnik erarbeitet. Es wird z.B. ein Versuchsstand zur Untersuchung von Volumenstrommesstechnik unter Einsatzbedingungen entworfen, gebaut und betrieben.

Solarthermie-2000 – Teilprogramm 2: Solaranlage Neubau Universitätsklinik Rostock

Förderkennzeichen: 0329603N
Laufzeit: 01.03.2000 – 31.12.2007
Zuwendungssumme: 84.988 €
Projektpartner: Betrieb für Bau und Liegenschaften Mecklenburg-Vorpommern – Geschäftsbereich Rostock

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Solarthermie 2000, Teilprogramm 2: Solaranlage Wohngebäude – Glauchau, Lungwitzer Straße

Förderkennzeichen: 0329603S
Laufzeit: 01.01.2001 – 30.09.2008
Zuwendungssumme: 138.647 €
Projektpartner: Stadtbau- und Wohnungsverwaltungs GmbH Glauchau
Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Solarthermie 2000; Teilprogramm 2: Thermische Solaranlage zur Trinkwasservorwärmung und Raumheizungsunterstützung des Staatlichen Sportgymnasiums Oberhof

Förderkennzeichen: 0329603Y
Laufzeit: 01.02.2002 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 135.565 €
Projektpartner: Freistaat Thüringen, Landesamt für Bau und Verkehr, Außenstelle Suhl

Kurzfassung: Thermische Solaranlage zur Trinkwasservorwärmung und Unterstützung der Fußbodenheizung (Leistungswärmebedarf ca. 120 kW): mit den folgenden Parametern:

- Solarkollektorfläche: ca. 130 m² (fassadenintegriertes Kollektorfeld; das heißt Kollektor-neigung 90° zur Horizontalen) – Es wurden Fassadenkollektoren eines Thüringer Herstellers eingesetzt.
- Pufferspeichervolumen: 50 m³ (Nachrüstung eines vorhandenen Pufferspeichers mit einer Schichtenladevorrichtung).

In Verbindung mit dem Holzhackschnitzelkessel und dem Heizungspufferspeicher wird in Umsetzung des im Jahre 2000 erstellten Energiekonzeptes eine weitestgehend CO₂-neutrale Beheizung und Warmwasserbereitung angestrebt.

Die messtechnische Überwachung der durch die TU Ilmenau ermöglicht eine ständige Optimierung des Systems.

Solaranlage mit Mehrtagesspeicher Nahwärmeversorgung Baugebiet "Am Alten Schlachthof" in Speyer

Förderkennzeichen: 0329604B

Laufzeit: 01.11.2003 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 204.430 €

Projektpartner: Technik und Dienstleistungs-GmbH Speyer

Kurzfassung: Auf dem Gelände des ehemaligen Schlachthofes in Speyer entstehen 61 Einfamilienhäuser mit einer Gesamtwohnfläche von 9.300 m². Alle Gebäude sind in Niedrigenergiebauweise ausgeführt und werden von einem eigenen, neu angelegten Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Das Kesselhaus des alten Schlachthofes blieb erhalten, dort befinden sich jetzt die Heizzentrale mit einem 599-kW-Gas-Brennwertkessel und der 100 m³ große Solar- und Kesselpufferspeicher des Nahwärmenetzes. Die beiden Seitenflügel (ehemals Stallungen) des Schlachthofgebäudes wurden abgerissen und als Garagen neu aufgebaut. Auf den Garagendächern sind zwei je 176 m² große Solar Roof-Kollektorfelder installiert. Ein weiteres 194 m² großes Kollektorfeld wurde auf Carports installiert.

Solarthermie2000plus: CO₂-neutrale Nahwärmeversorgung mit Solaranlage im Baugebiet "Hülben" in Holzgerlingen

Förderkennzeichen: 0329604C

Laufzeit: 01.10.2004 – 30.09.2007

Zuwendungssumme: 90.990 €

Projektpartner: ImmoTherm GmbH – Niederlassung Stuttgart

Kurzfassung: Alle 47 Einfamilienhäuser, 33 Wohneinheiten in den Mehrfamilienhäusern und der Kindergarten mit zwei Wohneinheiten sind seit Anfang 2007 fertig gestellt und an die Nahwärmeversorgung angeschlossen. Der Zeitraum für die Umsiedelung der insgesamt 83 Einheiten mit etwas über zwei Jahren ist für die heutige Situation im Baugewerbe extrem kurz und wirkt sich günstig auf die Wirtschaftlichkeit der Solaranlage aus. Die solarunterstützte Nahwärmeversorgung mit der Kollektorfläche 248,8 m² und 15 m³ Pufferspeichervolumen und dem Holzpelletskessel mit 540 kW Leistung ist seit Ende 2005 in Betrieb.

Solarthermie2000plus: Solaranlage Nationalpark-Bildungszentrum Jugendherberge Harsberg, Lauterbach

Förderkennzeichen: 0329604D

Laufzeit: 01.09.2005 – 30.08.2008

Zuwendungssumme: 148.883 €

Projektpartner: Deutsches Jugendherbergswerk Landesverband Thüringen e.V.

Kurzfassung: Thermische Solaranlage zur Trinkwasservorwärmung und Heizungsunterstützung, Neubau Unterkunftsgelände (2. BA geplant für 2009) mit den folgenden Parametern:

- Solarkollektorfläche: ca. 136 m² (dachintegriertes Kollektorfeld)
- Pufferspeichervolumen: 15 m³ (im Außenbereich aufgestellter Speicher aus GFK-Material mit einer internen Schichtenladevorrichtung)
- Einsatz einer solaren Energiezentrale „Solvis-Zentro“ als „Herz“ der Anlage;

In Verbindung mit dem Holzackschnitzkessel und dem Heizungspufferspeicher wird eine weitestgehend CO₂-neutrale Beheizung und Warmwasserbereitung angestrebt. Die meßtechnische Überwachung der durch die TU Ilmenau ermöglicht eine ständige Optimierung des Systems sowie eine systematische Vermessung der Solvis Zentro.

Solarthermie2000plus: Integrales Konzept zur CO₂-neutralen Wärmeversorgung in Kombination der thermischen Solarenergie mit Biomasse, Magdeburger Straße 2 und 4 in Hannover

Förderkennzeichen: 0329604E

Laufzeit: 01.09.2005 – 31.08.2008

Zuwendungssumme: 73.615 €

Projektpartner: GBH Mieterservice Vahrenheide GmbH

Kurzfassung: In Hannover-Vahrenheide wurden bis September 2006 zwei Wohnblöcke aus den 60-er Jahren grundlegend modernisiert und familiengerecht umstrukturiert. Neu installiert wurde eine Kombination aus thermischer Solaranlage und einem Holzpelletskessel in der Magdeburger Str. 2. Das Gebäude Magdeburger Str. 4 wird über eine Nahwärmeleitung versorgt. Die Solaranlage ist für einen solaren Deckungsanteil von ca. 15 % konzipiert. Für die Speicherung der Wärme aus der Solaranlage und dem Holzpelletskessel sind in der Heizzentrale 3 Pufferspeicher mit einem Gesamtvolumen von 9.000 Litern installiert. Die Anlage ist im Oktober 2006 in Betrieb gegangen. Der garantierte solare Gewinn ist erreicht worden. Die Solaranlage läuft bis heute störungsfrei.

Solarthermie2000plus: Integrales Konzept zur weitgehend CO₂-neutralen Wärmeversorgung in Kombination der thermischen Solarenergie mit Biomasse, Wiershäuser Weg 25-41 in Hannoversch Münden

Förderkennzeichen: 0329604F

Laufzeit: 01.09.2006 – 31.08.2009

Zuwendungssumme: 103.010 €

Projektpartner: Gemeinnütziger Bauverein in Münden e.G.

Kurzfassung: Es ist ein Vorzeigeprojekt geworden, das über die Fachwelt hinaus Wellen schlägt: Bei der Sanierung eines 80 Jahre alten Wohnensembles hat der Bauverein in Hann. Münden bewiesen, dass man mit Innovationsgeist und Überlegung nicht nur der Umweltbelastung, sondern auch der zweiten Miete zu Leibe rücken kann.

Eine Zentrale Heizanlage mit Holzpelletkessel (100 kW) und Gasbrennwertkessel als Sicherheitsleistung, ab Sommer 2008 kombiniert mit Solarthermie (105 m² Kollektorfläche) zur Heizungsunterstützung und Warmwasserbereitung, und die energetische Sanierung der Gebäude ergänzen sich mit Hilfe einer Nahwärmeverbindung zu einem Gesamtpaket. Gebäudedaten: 3 Wohngebäude mit 49 Wohnungen (2730 m² Wohnfläche) und ein Verwaltungsgebäude mit Heizzentrale (160 m² Büro).

Solarthermie 2000plus: Solare Nahwärmeversorgung Neubau von Stadt villen, Siegfried-Czapski-Straße, Jena

Förderkennzeichen: 0329604G

Laufzeit: 01.07.2007 – 30.06.2010

Zuwendungssumme: 145.072 €

Projektpartner: Heimstätten-Genossenschaft eG

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Solarthermie2000plus: Thermische Solaranlage, Gorch-Fock-Weg, Norderney

Förderkennzeichen: 0329604H

Laufzeit: 01.02.2007 – 30.11.2008

Zuwendungssumme: 95.403 €

Projektpartner: Wirtschaftsbetriebe Norderney GmbH

Kurzfassung: Die Wirtschaftsbetriebe Norderney haben im Rahmen des Förderprogramms "Solarthermie2000plus" eine Thermische Solaranlage auf dem Dach eines Betriebsgebäudes errichtet. Diese Anlage befindet sich auf dem Weg vom Inselhafen zum Zentrum im sogenannten Bauhof. Hier ist auch die Heizzentrale für das Nahwärmenetz untergebracht, an dem bereits 37 Wohneinheiten mit ca. 3.000 m² Wohnfläche und drei größere Gewerbehallen angeschlossen sind. Die neue Thermische Solaranlage arbeitet direkt oder über zwei Pufferspeicher mit je 5.000 l Inhalt auf das Heißwassernetz des Nahwärmenetzes. Die 84 Flachkollektoren (Typ Vitosol 100) haben eine Gesamtfläche von ca. 211 m² und sind in zwei parallelen Reihen auf dem Betondach des Bauhofes montiert worden.

Verbundprojekt: Solarthermie 2000 – Teilprogramm 3: Einrichtung einer solaren Nahwärmeversorgung im Neubaugebiet "Ackermannbogen" in München

Förderkennzeichen: 0329607C

Laufzeit: 01.05.2002 – 30.09.2008

Zuwendungssumme: 1.843.204 €

Projektpartner: Stadtwerke München GmbH

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Solarthermie-2000, Teilprojekt 3: Weiterentwicklung der Erdbecken-Wärmespeichertechnologie

Förderkennzeichen: 0329607E
Laufzeit: 01.07.2002 – 31.10.2007
Zuwendungssumme: 1.498.274 €
Projektpartner: Universität Stuttgart – Fakultät 7 Maschinenbau – Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik

Kurzfassung: Das Projekt Weiterentwicklung der Erdbecken-Wärmespeichertechnologie wurde in vier aufeinander aufbauenden Projektphasen durchgeführt mit dem Ziel die Betriebssicherheit und Energieeffizienz von Langzeit-Wärmespeichern bei gleichzeitiger Kostenreduzierung zu steigern.

Es wurde eine Markt- und Literaturrecherche zu Baumaterialien und Bauweisen durchgeführt sowie im Rahmen von Innenlaborversuchen die Wärmeleitfähigkeit von Dämmstoffen, der Dampfdiffusionswiderstand von Dichtungsbahnen und die Wasserdurchlässigkeit von Bentonitabdichtungen ermittelt. Darauf aufbauend wurden unterschiedliche Baukonzepte und Wandaufbauten konzipiert und im Rahmen von Außenlaborversuchen umgesetzt. Der Bau des Forschungsspeichers erfolgte auf Basis optimierter Bauverfahren unter Einsatz geeigneter Materialien.

Solarthermie2000plus: Begleitforschung – Solare Nahwärmeversorgung Ackermannbogen München

Förderkennzeichen: 0329607G
Laufzeit: 01.05.2004 – 30.04.2009
Zuwendungssumme: 562.276 €
Projektpartner: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V. (ZAE Bayern) – Abt. 1: Technik für Energiesysteme und erneuerbare Energien

Kurzfassung: Die solare Nahwärme Ackermannbogen in München versorgt 320 Wohnungen in 13 gut wärmegeprägten Gebäuden (30 % unter EnEV 2002). Zielstellung des Vorhabens ist eine Solare Deckung von 50 % bei einem Wärmebedarf von 2300 MWh/a für Heizung, Warmwasser und Netzverluste. Das Baugebiet wird von 2761 m² Kollektorfläche (Apertur) kombiniert mit einem 6000 m³ Heißwasserspeicher und einer fernwärmegetriebenen Absorptionswärmepumpe versorgt. Das Vorhaben mit einer zweijährigen Monitoring-Phase wissenschaftlich begleitet. Mit einem optimierten Heizungskonzept konnte seit Beginn die geforderte Netzrücklauftemperatur von 30 °C exakt eingehalten werden. Durch Optimierung der Regelung und Nachbesserungen bei Kollektor und Schichtlader soll die Solare Deckung noch auf die 50 % gesteigert werden.

Solarthermie2000plus: Solarunterstützte Nahwärmeversorgung Crailsheim Hirtenwiesen II

Förderkennzeichen: 0329607H
Laufzeit: 01.12.2004 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 1.883.312 €
Projektpartner: Stadtwerke Crailsheim GmbH

Kurzfassung:

- Entstehung der größten thermischen Solaranlage Deutschlands mit 10.000 qm Kollektorfläche.
- Bisher ca. 6.000 qm Kollektoren montiert.
- Wärmebedarf des Wohngebiets Hirtenwiesen II soll zu 50 % durch Sonnenwärme abgedeckt werden.
- Im Sommer erzeugte Solarwärme wird für den Winter in einem Erdsondenspeicher gespeichert.
- Dazu sind zwei Wärmespeicher vorgeschaltet, ein 100 000-Liter-Turm und der 4,8 Mal größere Wallspeicher.
- Einbindung der Solaranlage in die Nahwärmeversorgung mit Einbindung einer Wärmepumpe.

Hier steht das bis zu 108°C heiße Wasser unter drei bar Druck. Dieses Speicherkonzept ist europaweit einmalig. Deshalb wurde die Anlage der Stadtwerke Crailsheim GmbH zu einem Leuchtturmprojekt der Bundesregierung ernannt.

Jährliche Einsparung: 1.000 t Kohlendioxid

Solarthermie2000plus: Solar unterstützte Nahwärmeversorgung mit Langzeit-Wärmespeichern – Wissenschaftliche Begleitforschung und Messprogramm

Förderkennzeichen: 0329607J
Laufzeit: 01.06.2005 – 30.11.2008
Zuwendungssumme: 995.461 €
Projektpartner: Universität Stuttgart – Fakultät 7 Maschinenbau – Institut für Thermodynamik und Wärmetechnik

Kurzfassung: Im Rahmen des Energieforschungsprogramms Solarthermie-2000, wird u.a. die Technik der Langzeit-Wärmespeicherung einschließlich des technischen Systems zur Nutzung der gespeicherten Wärme entwickelt und in Pilotanlagen verwirklicht. Die Arbeitsgruppe „Solar unterstützte Nahwärme“ des Instituts für Thermodynamik und Wärmetechnik der Uni Stuttgart (ITW) führt die wissenschaftlich-technische Programmbegeleitung im Rahmen des BMU-Vorhabens 0329607J durch.

Fünf Anlagen mit den vier gängigsten Bauarten an Langzeit-Wärmespeichern, die im Rahmen von Solarthermie2000plus vom ITW begleitet werden, sind in Betrieb oder in der Endphase ihres Baus bzw. Umbaus. Die Standorte der Anlagen sind Friedrichshafen, Neckarsulm, Rostock, Crailsheim und Eggenstein.

Solarthermie2000plus: CO₂- neutrale Wärmeversorgung für Wohnsiedlungen

Förderkennzeichen: 0329607K
Laufzeit: 01.07.2005 – 30.06.2008
Zuwendungssumme: 521.358 €
Projektpartner: Technische Universität Carolo-Wilhelmina zu Braunschweig –
 Institut für Gebäude- und Solartechnik (IGS)

Kurzfassung: Ziel dieses Forschungsvorhabens ist die Erarbeitung von Machbarkeitsstudien zur Realisierung einer CO₂-neutralen Wärmeversorgung für Wohngebäude bzw. Siedlungen mit 50 – 250 Wohneinheiten im städtischen und ländlichen Raum. Inhalte des Forschungsprojektes sind in der Phase 1 (Grobanalyse) die Erstellung von Machbarkeitsstudien für ca. 20 bis 25 Projekte im Bereich Neubau sowie für den zu sanierenden Bestand. Phase 2 beinhaltet die Feinanalyse von ca. 5 Anlagen, welche die Basis für eine spätere Realisierung der betrachteten Vorhaben darstellen und damit die Aufgabenstellung einer Vor- und Entwurfsplanung abdecken.

Solarthermie2000plus: Wissenschaftlich-technische Programmbegleitung solare Nahwärme und Langzeit-Wärmespeicher

Förderkennzeichen: 0329607L
Laufzeit: 01.06.2005 – 30.11.2007
Zuwendungssumme: 516.344 €
Projektpartner: Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Kurzfassung: Auf Basis der seither durchgeführten Programmbegleitung für die solar unterstützten Nahwärmanlagen mit saisonalem Wärmespeicher, die seit 1995 gebaut wurden, wird die technische und wirtschaftliche Effizienz der solar unterstützten Nahwärmeversorgung und der saisonalen Wärmespeicherung weiterentwickelt. Diese Technologie wird für eine nachhaltige und ressourcenschonende Energieversorgung der Bundesrepublik unabdingbar sein. Hierbei wird eine Querschnittsauswertung den technischen und wirtschaftlichen Status Quo solarer Langzeit-Wärmespeicherung ergeben, auf dessen Basis die Technologien zur Langzeit-Wärmespeicherung weiterentwickelt werden. Weitere Ziele des Vorhabens sind die Projektentwicklung und -begleitung neuer Pilotprojekte und der Aufbau eines dauerhaften Technologietransfers.

Solarthermie2000plus: Solaranlage mit Langzeitwärmespeicherung Schulzentrum Eggenstein-Leopoldshafen

Förderkennzeichen: 0329607M
Laufzeit: 01.09.2005 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 725.495 €
Projektpartner: Gemeinde Eggenstein-Leopoldshafen

Kurzfassung: In Eggenstein-Leopoldshafen wurden eine Grund- und Hauptschule, eine Wettkampfhalle sowie ein Hallenbad aus den 1960er-Jahre grundlegend saniert. Gleichzeitig wurde eine neue Sporthalle gebaut. Die Gebäude werden über ein solares Nahwärmesystem versorgt. 1.600 m² Solarkollektoren auf den Dächern der Schule und der neuen Sporthalle und ein 4.500 m³ großer Kies/Wasser-Langzeitwärmespeicher erreichen zusammen mit einer Wärmepumpe einen solaren Deckungsanteil von 35 %. Die Restwärme wird über Gaskessel geliefert. Besonders anspruchsvoll war die bauphysikalische und anlagentechnische Sanierung und deren Abstimmung auf die Ansprüche des solaren Nahwärmekonzepts. Durch die Sanierung der Gebäude und durch die solare Wärmelieferung werden gegenüber dem Bestand 65 % Primärenergie eingespart. Jährliche Einsparung: 1.000 t Kohlendioxid

Solarthermie2000plus: Technisch-wirtschaftliche Analyse und Weiterentwicklung der solaren Langzeit-Wärmespeicherung

Förderkennzeichen: 0329607N
Laufzeit: 01.12.2007 – 30.11.2010
Zuwendungssumme: 673.307 €
Projektpartner: Steinbeis Forschungsinstitut für solare und zukunftsfähige thermische Energiesysteme

Kurzfassung: Auf Basis der seither durchgeführten Programmbegleitung für die solar unterstützten Nahwärmanlagen mit saisonalem Wärmespeicher, die seit 1995 gebaut wurden, wird die technische und wirtschaftliche Effizienz der solar unterstützten Nahwärmeversorgung und der saisonalen Wärmespeicherung weiterentwickelt. Diese Technologie wird für eine nachhaltige und ressourcenschonende Energieversorgung der Bundesrepublik unabdingbar sein. Hierbei wird eine Querschnittsauswertung den technischen und wirtschaftlichen Status Quo solarer Langzeit-Wärmespeicherung ergeben, auf dessen Basis die Technologien zur Langzeit-Wärmespeicherung weiterentwickelt werden. Weitere Ziele des Vorhabens sind die Projektentwicklung und -begleitung neuer Pilotprojekte und der Aufbau eines dauerhaften Technologietransfers.

Solarthermie 2000, Teilprogramm 2: Solaranlage Nahwärmeversorgung Konversionsgebiet "Ehemalige Kaserne Normand in Speyer"

Förderkennzeichen: 0329652Q
Laufzeit: 01.02.2002 – 31.01.2009
Zuwendungssumme: 305.827 €
Projektpartner: GEWO Gemeinnützige Wohnungsbau- und Siedlungs-Gesellschaft mit beschränkter Haftung

Kurzfassung: Auf dem Gelände der ehemaligen Kaserne entstehen neue Wohnhäuser, Senioren- und Behindertenwohnheim und Dienstleistungseinrichtungen. Die Gebäude werden von einer Heizzentrale mit einem 900 kW-Gas-Brennwertkessel und 650 kW-Biomassekessel über ein Nahwärmenetz mit Wärme versorgt. Der Nahwärmenetz-Rücklauf wird solar erwärmt. Die Wärmeübergabe vom Nahwärmenetz an die Gebäude erfolgt mittels Wärmetauschern in den Gebäude-Unterstationen. Die 286 m² große Solaranlage ist in dem ca. 150 m von der Heizzentrale entfernten Neubau des Behindertenwohnheims installiert. Der 25 m³ große Solarpuffer ist außen neben der Heizzentrale aufgestellt. Auf noch zu errichtenden Gebäuden sind weitere 400 m² vorgesehen.

Solarthermie-2000, TP2: Solaranlage Wohngebäude Windthorststraße Frankfurt am Main

Förderkennzeichen: 0329652S
Laufzeit: 01.06.2003 – 31.03.2007
Zuwendungssumme: 148.834 €
Projektpartner: Frankfurter Aufbau-Aktiengesellschaft

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

7.3 Solare Klimatisierung

Ein beträchtlicher Anteil der gesamten deutschen Energieaufwendungen entfällt auf die technische Erzeugung von Kälte. Nach Angaben des Deutschen Kälte- und Klimatechnischen Vereins wurden im Jahr 1999 rund 66.000 GWh an elektrischer Energie für die technische Kälteerzeugung eingesetzt. Weitere 11.000 GWh Energie wurden für die nicht-elektrische Kälteerzeugung benötigt. Im Bereich der Klimatisierung stellen elektrisch angetriebene Kompressionskältemaschinen die technische Standardlösung dar. Die solare bzw. solar unterstützte Kühlung und Klimatisierung bietet hierzu eine interessante Alternative.

Erste Pilotanlagen zur solar unterstützten Klimatisierung wurden bereits vor 1980 errichtet, um die prinzipielle Machbarkeit dieser Technologie zu demonstrieren. Die folgenden zwei Jahrzehnte waren durch eine eher stagnierende Marktentwicklung gekennzeichnet. Erst in den letzten Jahren konnte der Markt im Zuge der allgemeinen Klimadiskussion, unterstützt durch lokal verbesserte Förderrandbedingungen (z. B. in Spanien) sowie durch die Entwicklung von thermisch angetriebenen Kältemaschinen im kleinen Leistungsbereich (< 20 kW Nennkälteleistung) eine größere Dynamik entfalten. Waren im Jahr 2004 europaweit noch etwa 70 installierte Pilot- und Demonstrationsanlagen realisiert, so geht eine aktuelle Markterhebung für 2008 von rund 280 Anlagen aus. Dabei dominieren geschlossene Kaltwassersysteme unter Nutzung von Absorptionskältemaschinen, gefolgt von der Adsorptionskältetechnik. Mehrere deutsche Hersteller, darunter u. a. die Firmen EAW Energieanlagenbau GmbH, SK Sonnenklima GmbH und SorTech AG sind am Markt vertreten.

In Deutschland wurden in den letzten Jahren unter dem Dach des Förderprogramms Solarthermie2000plus mehrere Pilot- und Demonstrationsanlagen in unterschiedlichen Leistungsklassen realisiert. So wurde im Jahr 2007 eine der größten in Europa betriebenen Anlage zur solaren Klimatisierung von der Festo AG & Co. KG am Standort Esslingen-Berkheim in Betrieb genommen. Kernstück ist ein Kollektorfeld mit einer Aperturfläche von 1.218 m², über das regenerativ erzeugte Wärme zum Antrieb von drei Adsorptionskältemaschinen mit einer Kaltwassererzeugungsleistung von insgesamt 1,5 MW bereitgestellt wird. Vier weitere Absorptionskältemaschinen im kleinen Leistungsbereich der Firma SK Sonnenklima wurden an der Technikerschule Butzbach, bei einem Berliner Ärztehaus und am Zentrum für Angewandte Energieforschung (ZAE) Bayern installiert. In dem letztgenannten Vorhaben werden ein

trockener Rückkühler und ein Latentwärmespeicher zur Rückkühlung der Kälteanlage erprobt.

Ziel des Förderkonzepts Solarthermie2000plus ist es, die Markteinführung der Technologie der Solaren Kühlung und Klimatisierung zu unterstützen. Zu diesem Zweck werden Betriebserfahrungen für verschiedene Systemkonzepte gesammelt und Best-Practice-Beispiele dokumentiert. Forschungsbedarf besteht in Bezug auf die weitere Optimierung der Anlagensteuerung und des Hilfsenergiebedarfs sowie hinsichtlich der Entwicklung kompakter, modularer Systemlösungen. Ein Feldtest mit zehn Anlagen im kleinen Leistungsbereich ist aktuell in Vorbereitung.

Innovationsprojekt zur ganzjährigen solarunterstützten Klimatisierung im medizinischen Bereich

Förderkennzeichen: 0325009
Laufzeit: 01.02.2008 – 31.01.2011
Zuwendungssumme: 158.705 €
Projektpartner: SK Sonnenklima GmbH

Kurzfassung: Im Pilotprojekt soll demonstriert werden, dass mit der Solaren Kühlung eine sichere und CO₂-neutrale Kälteversorgung auch für den sehr anspruchsvollen medizinischen Bereich möglich ist. Im Sommer wird die Kälteleistung dabei durch Solarenergie bereitgestellt, welche bei niedrigen Außentemperaturen durch Freie Kühlung ergänzt wird. Ein Solares Kühlsystem besteht aus einer solarthermischen Anlage, einer thermisch angetriebenen Kältemaschine, sowie einer Einheit zur Wärmeabführung. Für Bürogebäude, Serverräume, öffentliche Gebäude, Hotels und Krankenhäuser bietet dieses Klimasystem eine umweltfreundliche und effiziente Lösung.

Solarthermie2000plus: Wissenschaftliche Programmbegleitung und Begleitforschung „Solarthermische Gebäude-Klimatisierung“

Förderkennzeichen: 0329605A
Laufzeit: 01.01.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 658.900 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: In der Begleitforschung „Solarthermische Gebäude-Klimatisierung“ werden im Rahmen des Förderkonzeptes realisierte Demonstrationsvorhaben vom Beginn der Planung über die Fertigstellung der Anlage bis zum Abschluss des Monitorings systematisch begleitet. Vorrangiges Ziel der Begleitforschung ist es, dass mit der solar unterstützten Klimatisierung eine Einsparung an Primärenergie erreicht wird und dass durch geeignete Anlagenkonzepte die wirtschaftliche Situation dieser Technologien verbessert wird. Die Betriebsergebnisse der Anlagen sowie die erstellten Planungsrichtlinien und weitere Vermittlungsaktivitäten stellen nach Abschluss des Vorhabens eine wesentliche Erleichterung insbesondere für Anlagenplaner und Architekten, aber auch für Anlagenbauer und Gerätehersteller dar.

Solarthermie2000plus: Messprogramm solare Klimatisierung Berufsschule Rodewisch

Förderkennzeichen: 0329605B
Laufzeit: 01.04.2005 – 31.03.2008
Zuwendungssumme: 228.605 €
Projektpartner: Institut für Luft- und Kältetechnik gemeinnützige Gesellschaft mbH

Kurzfassung: Der Neubau der Berufsschule für Wirtschaft und Technik in Rodewisch ist das deutschlandweit erste Schulprojekt mit einer dezentralen und fassadenintegrierten TGA- Technik. Diese Technik wird mit einem System der solaren Kühlung unter Nutzung weiterer heizungs- und kältetechnischer Backup-Systeme versorgt. Im Rahmen des Forschungsvorhabens sind die besonderen Effekte der solaren Kühlung in Form einer experimentellen Untersuchung nachzuweisen. Dabei ist der Nachweis zu führen, dass auch derartig komplexe Energieversorgungssysteme den energetisch sinnvollen Einsatz der thermischen Solarenergie zu Kühlzwecken ermöglichen. Begleitende Untersuchungen zeigen des weiteren den Einfluss dieses Konzeptes auf die Behaglichkeit.

Solarthermie2000plus: Solare Klimatisierung mit kompakter Wasser/LiBr-Absorptionskälteanlage, Pileinsatz mit trockener Rückkühlung und PCM-Niedertemperaturspeicher zum Heizen und Kühlen

Förderkennzeichen: 0329605D
Laufzeit: 01.08.2005 – 30.09.2009
Zuwendungssumme: 577.156 €
Projektpartner: Bayerisches Zentrum für Angewandte Energieforschung e.V.
(ZAE Bayern) – Abt. 1 – Energieumwandlung und Speicherung

Kurzfassung: In Systemen zum solaren Heizen und Kühlen mit Absorptionskälteanlagen werden zur Abwärmeabgabe an die Umgebung meist Nasskühltürme eingesetzt. Dies hat einen erheblichen Betriebsaufwand für Wasserverbrauch und Wartung zur Folge. An Stelle des Nasskühlturms wird in diesem Projekt ein patentiertes Rückkühlkonzept mit trockenem Luftkühler und innovativem Latentwärmespeicher erprobt. Die Speicherung der Abwärme im Kühlbetrieb und zeitversetzte Rückkühlung während der kühleren Nachtstunden, erlaubt konstant niedrige Rückkühltemperaturen auch bei hohen Außentemperaturen und verringert so den Spitzenlaststrombedarf und die Investitionskosten für das Rückkühlwerk. Zudem steigt in der Heizperiode der solare Ertrag für die Gebäudeheizung durch die Wärmespeicherung auf niedrigem Temperaturniveau.

Solarthermie2000plus: Pilotanlage solarautarke Klimatisierung Bürogebäude iba AG Fürth

Förderkennzeichen: 0329605E
Laufzeit: 01.06.2006 – 30.09.2009
Zuwendungssumme: 115.782 €
Projektpartner: iba AG

Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Solarthermie2000plus: Solare Klimatisierung Werk 2 TechnologieCenter Fa. Festo

Förderkennzeichen: 0329605F
Laufzeit: 01.12.2006 – 30.11.2010
Zuwendungssumme: 392.542 €
Projektpartner: FESTO AG & Co

Kurzfassung: Im Rahmen des Förderprogramms Solarthermie2000plus hat die Festo AG in Esslingen die mit 1218 m² Aperturfläche weltweit größte solar unterstützte Klimatisierungsanlage installiert. Die Anlage ging im November 2007 in Betrieb. Im Sommer versorgt die Solaranlage die bereits vorhandenen Adsorptionskälteanlagen mit Heizenergie. Mit der erzeugten Kälte werden ein Bürogebäude mit über 33.000 m² Gesamtfläche und ein Rechenzentrum des Unternehmens gekühlt. Im Winter wird die Solarwärme für die Beheizung der Gebäude genutzt. Durch die Einbindung der Solaranlage werden jährlich mindestens 500 MWh an Primärenergie eingespart und damit ein deutlicher Beitrag zum Klimaschutz und zur Ressourcenschonung geleistet.

Solarunterstützte Klimatisierung Technikerschule Butzbach / Wetteraukreis

Förderkennzeichen: 0329605G
Laufzeit: 01.12.2007 – 30.11.2010
Zuwendungssumme: 316.214 €
Projektpartner: Berufs- und Technikerschule Butzbach

Kurzfassung: Das ökologische Niedrigenergiehaus an der Technikerschule Butzbach soll mit einem solaren Kühlungs-system auf der Grundlage von Absorptionskältemaschinen (AKM) und Kühldecken nachgerüstet werden. Zum Einsatz kommen 2 einstufige AKM, die mit dem unbedenklichen und klimaneutralen Betriebsstoff Lithiumbromid (ein Salz) und destilliertem Wasser arbeiten. Die von Vakuumröhrenkollektoren (60 m²) zugeführte Antriebsenergie trennt durch Verdampfen das Kältemittel Wasser von seinem Träger Lithiumbromid. Danach wird das Kältemittel im Kondensator verflüssigt. Im nachfolgenden Entspannungsbereich kühlt sich das Wasser dann stark ab und kann damit Raumwärme aufnehmen und den Raum abkühlen. Die aus dem Raum abgenommene Wärme wird über 2 Kühltürme an die Umgebung abgeführt.

7.4 Solare Prozesswärme

Die solar basierte Wärmeerzeugung für industrielle Prozesse spielt in Deutschland und anderen Industrieländern mit vergleichbaren Klimarandbedingungen derzeit noch eine untergeordnete Rolle. Bisher wird Prozesswärme fast ausschließlich mittels fossiler Brennstoffe erzeugt. Da jedoch in etwa ein Drittel des Gesamtprozesswärmebedarfs auf den Temperaturbereich bis 250°C entfallen und davon 10 % im Bereich bis 100°C liegen, wartet ein riesiges Potenzial auf seine Erschließung.

In diesen Temperaturbereichen können hocheffiziente Flachkollektoren, CPC-Vakuumröhrenkollektoren oder auch konzentrierende Systeme (Parabolrinnenkollektoren, Fresnelkollektoren) signifikante Beiträge leisten. Dass trotz großen Potenzials dieser Bereich bisher noch nicht erschlossen ist, hat seine Ursachen darin, dass im gewerblichen Bereich sehr unterschiedliche Prozessbedingungen, Prozesstemperaturen und Prozessabläufe (kontinuierlich, diskontinuierlich) bestehen und durch Erstellung von Energiekonzepten zunächst Maßnahmen zur Energieeinsparung, Abwärmennutzung oder Prozessumstellung z.B. auf niedrigere Temperaturbedingungen Vorrang haben müssen. Im Rahmen des IEA-SHC-Task 33 (solar heat for industrial processes) wurden Potenziale und Einsatzgebiete für solare Prozesswärme ermittelt. Diese liegen insbesondere im Bereich der Lebensmittel- und Getränkeindustrie, der Metallverarbeitung, der chemischen Industrie, Wäschereien und auch der Landwirtschaft (Trocknungsprozesse). Im Rahmen der Forschungsförderung wird in einem Verbundprojekt von der DLR in Köln mit der Fa. Solitem GmbH in Aachen und der Fa. Alanod Aluminiumveredlung GmbH & Co. KG in Ennepetal erstmals die Prozessintegration einer Pilotanlage mit Parabolrinnenkollektoren für Heißdampf und Heißwasser im T-Bereich von 80 – 150°C für Reinigungsprozesse in der Al-Bandveredelung erprobt und dabei gleichzeitig die Eignung von Parabolrinnenkollektoren unter mitteleuropäischen Klimabedingungen getestet.

Die Privatbrauerei Hofmühl GmbH in Eichstätt wird in Zusammenarbeit mit der Fa. Kronen AG Neutraubling künftig einen erheblichen Teil ihres Energiebedarfes mit Solarenergie decken. Nach Umrüstung auf ein energiesparendes Brauverfahren sollen als Pilotanlage fast 1.400 m² CPC-Vakuumröhrenkollektoren in den Prozessablauf der Brauerei integriert werden und 70.000 Liter Heizöl pro Jahr einsparen. Die Inbetriebnahme ist für Herbst 2008 vorgesehen. Mit einem geplanten Ausbau auf ca. 3.000 m² sollen künftig fast 70 % des Energiebedarfes solar gedeckt werden. Weitere Pilotprojekte zur solaren Prozesswärme im Lebensmittelbereich befinden sich in Vorbereitung.

Verbundprojekt: Solarthermie 2000plus: Pilotanlage zur solaren Prozesswärmeerzeugung mit Parabolrinnenkollektoren

Förderkennzeichen: 0329609A; 0329609B; 0329609C

Laufzeit: 01.02.2007 – 31.01.2010

Zuwendungssumme: 613.857 €

Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) –
Institut für Technische Thermodynamik (ITT) (Koordinator);
ALANOD Aluminium-Veredlung GmbH & Co. KG –
Forschung und Entwicklung;
SOLITEM GmbH

Kurzfassung: Das P3 Verbundprojekt (Pilotanlage zur solaren Prozesswärmeerzeugung mit Parabolrinnenkollektoren) demonstriert die solare Versorgung eines typischen industriellen Verbrauchers mit Satteldampf als Energieträger. Eine Anlage zur Beschichtung von Aluminiumbändern bei der Firma Alanod wird mit direkt im Kollektorfeld erzeugtem Dampf bei ca. 150°C beschickt. Die Planung des Parabolrinnenfeldes der Firma Solitem mit 108 m² Kollektorfläche und des Anschlusses an die Produktion ist abgeschlossen (Stand Juni 2008), die Errichtung für die folgenden Monate vorgesehen.

Parallel zur Planung und Errichtung der Demonstrationsanlage werden verschiedene wissenschaftliche Arbeitspakete durch das ITW der Uni Stuttgart, das SIJ, Prof. Quaschnig und die Solarforschung im DLR (Koordinator) bearbeitet.

Solarthermie 2000 plus: Solare Prozesswärme Hofmühlbrauerei Eichstätt

Förderkennzeichen: 0329609D

Laufzeit: 01.07.2007 – 31.12.2010

Zuwendungssumme: 762.431 €

Projektpartner: Privatbrauerei Hofmühl GmbH

Kurzfassung: Privatbrauerei Hofmühl errichtet ein 1 MW Sonnenwärmekraftwerk. Erstmals wird ein Röhrenkollektorfeld für die Erzeugung von Prozesswärme über 100°C eingesetzt. Das vorerst ca. 1.300 m² große Kollektorenfeld hat eine Wärmeleistung von 1 Megawatt und wird ca. 80.000 l Heizöl pro Jahr ersetzen.

Notwendig wird dabei eine exakte Anpassung der Produktionsprozesse und der Energiespeicher an den Sonnenzyklus. Die Gesamtprojektkosten der Anlage belaufen sich auf ca. 1,4 Mio. €. Projektpartner ist die Krones AG.

Das Hofmühl Solarprojekt wurde bereits mit dem Bayerischen Energiepreis 2008 ausgezeichnet.

8. Querschnittsaktivitäten

8.1 Querschnitts- und übergreifende Untersuchungen im Rahmen der Gesamtstrategie zum weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien

Einleitung

Die Bundesregierung hat sich zum Ziel gesetzt, den Ausbau der erneuerbaren Energien auf hohem Niveau fortzuführen. Der Ausbau soll ökonomisch, ökologisch und sozial optimiert erfolgen und die Energieeffizienz soll gesteigert werden. Beides sind zentrale Säulen einer anspruchsvollen Klimapolitik.

Um diese Ziele zu erreichen, unterstützt das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit neben umfangreichen, technisch orientierten Forschungsprojekten bereits seit einigen Jahren auch Querschnittsaktivitäten und übergreifende Untersuchungen im Bereich der erneuerbaren Energien.

Es gilt dabei, die Einbindung der erneuerbaren Energien in eine zukünftige Energieversorgung in den Bereichen Strom, Wärme/Kälte und Mobilität weiter zu verstärken und im Zusammenhang mit Maßnahmen zur Energieeffizienz zu optimieren. Zudem werden die Auswirkungen des stetig wachsenden Anteils erneuerbarer Energien auf das gesamte Energiesystem betrachtet. Unter diesem Blickwinkel sollen die ökonomischen, ökologischen, technischen, sozialen und naturwissenschaftlichen Aspekte und Rahmenbedingungen untersucht werden.

Ziele der Forschungsförderung

Generell können die im Bereich der Querschnittsforschung durch das BMU geförderten Vorhaben in fünf größere Themenbereiche unterteilt werden.

A. Ökologische Fragen und übergreifende Aspekte:

Hier werden generelle ökologische Aspekte und die Wechselwirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien mit umwelt- und naturschutzpolitischen Aufgaben und Zielen untersucht. Auch Fragen der Entwicklung erneuerbarer Energien in Deutschland, der EU und im internationalen/globalen Zusammenhang, sowie Strategien zur Erschließung der Potenziale der erneuerbaren Energien werden behandelt.

B. Ökonomische Fragen:

Im Fokus dieses Themenbereiches stehen strukturelle, regionale und außenhandelspolitische Aspekte sowie direkte und indirekte volkswirtschaftliche Effekte der erneuerbaren Energien. Diese Markt- und Wettbewerbsanalysen für die heimischen und ausländischen Märkte der erneuerbaren Energien zeigen dabei auch die Innovations- und Beschäftigungsaspekte, die ökonomische Anreizstrukturen und die steuerlichen Aspekte der erneuerbaren Energien auf.

C. Technikbewertung und Technikfolgenabschätzung:

Ein Schwerpunkt dieser Untersuchungen bildet die ökologische und soziale Technikfolgenabschätzung im Kontext erneuerbarer Energien. Daneben stehen aber auch Untersuchungen zur Akzeptanzsteigerung erneuerbarer Energien, insbesondere in Bezug auf unterschiedliche regionale Bedingungen, soziale Hintergründe, Zielgruppen, sowie auch im Zusammenhang mit der Energieeffizienzsteigerung im Blickpunkt.

D. Systemfragen:

Die Weiterentwicklung der Energiesysteme im Zuge des weiteren Ausbaus der erneuerbaren Energien sowie mögliche Wechselwirkungen des Umbaus des Energiesystems mit sozioökonomischen und/oder ökologischen Aspekten stehen hier im Zentrum des Interesses. Dabei sollen beispielsweise Konzepte für das Zusammenspiel von fossilen und erneuerbaren Energieträgern im Hinblick auf Inselsysteme, Synergieeffekte zwischen dem Ausbau erneuerbarer Energien und Energiespar- und Effizienzmaßnahmen sowie Speicher- und Regeltechniken und die Netzintegration untersucht werden.

E. Umweltkommunikation:

Dieser Themenblock rundet die Querschnittsforschung durch gezielte Maßnahmen zur Optimierung vorhandener Aus- und Weiterbildungsmöglichkeiten im Bereich der erneuerbaren Energien ab. Ziel ist hier die Integration der Thematik der erneuerbaren Energien, auch im Hinblick auf Wechselwirkungen mit Energieeffizienz, in Schule, Weiterbildung, Berufsbildung und außerschulische Angebote sowie in Studium, Forschung und Lehre von Hochschulen. Ergänzt wird dieser Aspekt durch Untersuchungen zu erneuerbaren Energien vor dem Hintergrund des demographischen Wandels sowie der zielgruppenspezifischen Kommunikation und Imageanalysen.

Ausblick

Die nun in der Förderung befindlichen Vorhaben spannen einen weiten Rahmen von den ökologischen und ökonomischen Auswirkungen einer verstärkten Biomasse-nutzung über rechtliche und finanzielle Auswirkungen eines verstärkten Ausbaus der erneuerbaren Energien bis hin zu einer vertieften Untersuchung der Akzeptanz durch die Bevölkerung.

Ein gerade angelaufenes Forschungsvorhaben geht beispielsweise der Frage nach, welchen Effekt der Ausbau erneuerbarer Energien auf die Arbeitsmarktsituation in Deutschland hat. Solche Untersuchungen zeigen zum einen die hohe Dynamik im Bereich der erneuerbaren Energien auf und dienen dem BMU zum anderen dazu, im Sinne einer Politikberatung frühzeitig die richtigen Weichen zu stellen um die Nutzung erneuerbarer Energien weiter zielgerichtet zu fördern und damit die oben genannten Ziele der Bundesregierung zu unterstützen.

Verbundprojekt "100 % EE Regionen"

Förderkennzeichen: 0325007A; 0325007B
Laufzeit: 01.10.2007 – 30.09.2010
Zuwendungssumme: 1.288.062 €
Projektpartner: Universität Kassel – Fachbereich 07 Wirtschaftswissenschaften (Koordinator); deENet GmbH gemeinnützige Gesellschaft zur Förderung dezentraler Energietechnologien

Kurzfassung: Das von der Universität Kassel und der gemeinnützigen Gesellschaft zur Förderung dezentraler Energietechnologien (deENet) durchgeführte Verbundprojekt „100 %-Erneuerbare-Energie-Regionen“ verfolgt das Ziel, Kommunen und Regionen, die ihre Energieversorgung zu 100 % aus Erneuerbaren Energien (EE) bestreiten wollen, zu unterstützen und strategisch zu begleiten. Die zentralen Fragen lauten dabei: Welche Erfolgsfaktoren lassen sich auf dem Weg zu einer Vollversorgung mit EE identifizieren? Welche den Prozess erschwerenden Hemmnisse können auftauchen? Außerdem sollen durch intensiven Wissenstransfer und den Aufbau eines Netzwerks regionale Aktivitäten zur vollständigen Versorgung mit EE unterstützt werden.

Erarbeitung und Abstimmung von Standards für eine naturverträgliche Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien

Förderkennzeichen: 0325016
Laufzeit: 01.02.2008 – 30.11.2009
Zuwendungssumme: 293.325 €
Projektpartner: Dr. Wolfgang Peters, Umweltplanung

Kurzfassung: Gegenstand des Projektes ist der Prozess der Standardsetzung für eine naturverträgliche Ausgestaltung der Erzeugung erneuerbarer Energien in Deutschland. Dabei werden die Sparten Bioenergie, Windenergie, Wasserkraft, Solarenergie und Geothermie betrachtet. Mit Hilfe eines internetgestützten Informationsportals erfolgt die strukturierte Erfassung, Aufbereitung und Dokumentation des Wissenstandes zu Auswirkungen und Konflikten bei der Nutzung erneuerbarer Energien. Einbezogen werden im Abgleich mit der internationalen Diskussion auch Maßnahmen zur Konfliktminderung sowie bereits formulierte Anforderungen bzw. Standards. Aufbauend auf dieser Wissensbasis werden bezogen auf ausgewählte Konflikte Ansatzpunkte für Standardsetzungen identifiziert sowie Instrumente für deren Umsetzung benannt.

Kurz- und langfristige Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf den deutschen Arbeitsmarkt

Förderkennzeichen: 0325042
Laufzeit: 01.01.2008 – 31.03.2010
Zuwendungssumme: 541.136 €
Projektpartner: GWS Gesellschaft für wirtschaftliche Strukturforchung mbH

Kurzfassung: Das Forschungsvorhaben ist auf die folgenden Ziele ausgerichtet:

- Ableitung einer belastbaren empirischen Grundlage für die Abschätzung der Brutto- und Nettobeschäftigungseffekte des Ausbaus erneuerbarer Energien,
- Verbesserung des methodischen Konzepts der Fortschreibung der Brutto- und Nettobeschäftigungseffekte,
- Detaillierung der Bereiche Biomasse und Biokraftstoffe sowie der Einsatzgebiete Strom, Transport und Wärme und
- Charakterisierung der regionalen Auswirkungen erneuerbarer Energien.

Der Zeithorizont der Studie umfasst die Jahre von 2007 bis 2030. Ein besonderes Augenmerk liegt auf dem Jahr 2020, da eine Reihe der derzeit konzipierten Maßnahmen und verbindlichen Zielvereinbarungen sich auf dieses Jahr konzentriert.

Sozialwissenschaftliche Akzeptanzstudie zu EE – Entwicklung eines kultursensitiven Messinstruments zur Erfassung relevanter Einflussfaktoren mit dem Ziel sozialverträglicher Lösungen unter aktiver Einbeziehung aller beteiligten Akteure

Förderkennzeichen: 0327505
Laufzeit: 01.07.2005 – 30.06.2008
Zuwendungssumme: 404.687 €
Projektpartner: Otto-von-Guericke-Universität Magdeburg

Kurzfassung: Das Forschungsprojekt untersucht aus umweltpsychologischer Perspektive die Stromerzeugung durch Windenergieanlagen, Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Biomasseanlagen. Im Zentrum stehen die bundesweite Erfassung der aktuellen Akzeptanzlagen und deren Einflussfaktoren sowie die Entwicklung eines Akzeptanz-Messinstruments. Hierfür werden zentrale Akteure interviewt und Anwohner anhand eines standardisierten Fragebogens befragt. Neben dieser grundlagenorientierten Anwendungsforschung stellen der Ergebnistransfer in die Praxis und die Vernetzung verschiedener Forschungsgruppen und Akteure im Bereich der EE wesentliche Komponenten der Projektarbeit dar.

Aktualisierung und Nutzung von Stoffstromanalysen für den nachhaltigen Ausbau der Erneuerbaren Energien: Überprüfung der Zielerreichung bis 2020

Förderkennzeichen: 0327510
Laufzeit: 01.05.2005 – 30.04.2007
Zuwendungssumme: 163.606 €
Projektpartner: Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie – Büro Darmstadt
Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Zukünftiger Ausbau erneuerbarer Energieträger unter besonderer Berücksichtigung der Bundesländer

Förderkennzeichen: 0327517
Laufzeit: 01.07.2005 – 31.05.2007
Zuwendungssumme: 130.314 €
Projektpartner: Freie Universität Berlin – Fachbereich Politik- und Sozialwissenschaften – Otto-Suhr-Institut für Politikwissenschaft – Innenpolitik und Systemvergleich – Forschungsstelle für Umweltpolitik

Kurzfassung: Untersucht wurden die Bedingungen für den Ausbau erneuerbarer Energien in den Bundesländern. Welche Rolle können die Bundesländer beim weiteren Ausbau erneuerbarer Energien in Deutschland spielen und welche Aufgaben könnten sie dabei effektiv wahrnehmen.
 Folgende Arbeitspakete (AP) wurden im Projektverlauf abgearbeitet: AP 1: Grundsätzliches; AP 2: Bedingungen und Potenziale; AP 3: Aktueller Nutzungsstand und Entwicklungsverläufe; AP 4: Klassifizierung/ Einordnung; AP 5: Gesetzgebungs- und Verwaltungskompetenzen; AP 6: Policy-Analyse, AP 7: Zielstellungen; AP 8: Hemmnisse; AP 9: Instrumente und Strategien; AP 10: Schlussfolgerungen/ Handlungsempfehlungen.

Akzeptanz und Strategien für den Ausbau Erneuerbarer Energien auf kommunaler und regionaler Ebene

Förderkennzeichen: 0327524
Laufzeit: 01.07.2005 – 31.12.2008
Zuwendungssumme: 376.363 €
Projektpartner: IZT-Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH

Kurzfassung: Damit erneuerbare Energien effizient und effektiv genutzt werden, ist es notwendig, sie in eine umfassende kommunale Energiepolitik einzubetten. Viele deutsche Städte und Gemeinden fördern bereits erneuerbare Energien oder setzen diese in einer Reihe von Einzel- und Pilotprojekten ein. Meist geschieht dies jedoch nicht strategisch, damit wird aber das Potenzial, das in EE steckt bei weitem noch nicht ausgenutzt. Um Energiepolitik auf kommunaler Ebene strategischer als bislang zu adressieren und speziell das Potenzial der erneuerbaren Energien besser auszunutzen, wurden im Forschungsvorhaben übergreifende Handlungsempfehlungen für den kommunalen EE-Einsatz erarbeitet und in der Broschüre "Erneuerbare Energien in Kommunen optimal nutzen – Denkanstöße für die Praxis" ausgeführt.

Bioenergie und Naturschutz: Sind Synergien durch die Energienutzung von Landschaftspflegeresten möglich? Bearbeitung am Beispiel exemplarischer Biotypen

Förderkennzeichen: 0327537
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.03.2007
Zuwendungssumme: 122.991 €
Projektpartner: Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie – Büro Darmstadt

Kurzfassung: Bei der Pflege von Naturschutzflächen fällt Biomasse an, die zur Bioenergiegewinnung genutzt werden kann. Dadurch können gleichzeitig Klimaschutz- und Naturschutzziele verfolgt werden.
 Zunächst wurden in einer Grobanalyse die naturschutzfachliche Bedeutung und die Pflegemaßnahmen für verschiedene Biotypen in Deutschland charakterisiert und die grundsätzlichen Möglichkeiten einer energetischen Verwertung von Schnittgut aus der Landschaftspflege dargestellt.
 Im zweiten Teil des Projekts wurden dann die energetischen Nutzung von Gehölzschnitt aus der Pflege von Wallhecken in Osfriesland, die energetische Verwertung von Gras aus dem Freisinger Moos sowie Holz und Grünschnitt aus der Pflege von Streuobstwiesen im Landkreis Reutlingen im Detail betrachtet.

**Aktivierende Begleitforschung zur Errichtung des "Energiepark Lausitz".
Eine Untersuchung zur Fortentwicklung der Gesamtstrategie zum weiteren
Ausbau der Erneuerbaren Energien**

Förderkennzeichen: 0327539

Laufzeit: 01.07.2005 – 30.06.2008

Zuwendungssumme: 279.662 €

Projektpartner: Technische Universität Berlin – Zentrum Technik und Gesellschaft

Kurzfassung: Ziel des Forschungsvorhabens ist es, auf der Basis von drei vergleichenden Fallstudien in der Niederlausitz sowie im Ruhrgebiet und in Oberösterreich die regionalen Erfolgsfaktoren und Hemmnisse des Ausbaus erneuerbarer Energien auszuloten. Hieraus werden Empfehlungen für regionale Akteure und überregionale Fördermöglichkeiten identifiziert. Zum anderen werden exemplarisch aktivierende Maßnahmen erprobt und evaluiert, um Hinweise darauf geben zu können, wie potenzielle Akteure aus der regionalen Bevölkerung mobilisiert werden können. Zu diesen Maßnahmen gehören das Computerspiel "Energie-manager Lausitz 2020", die Bürgerausstellung „Wir sind die ENERGIE der REGION...“ sowie zwei Workshops, die für ein Engagement im Bereich der erneuerbaren Energien mobilisieren sollen.

**EEE – Erlebniswelt Erneuerbare Energien – spielen und lernen Untersuchung und
Erprobung neuer Wege zur Förderung der Umweltkommunikation EE für Kinder**

Förderkennzeichen: 0327540

Laufzeit: 01.07.2005 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 975.576 €

Projektpartner: IZT-Institut für Zukunftsstudien und Technologiebewertung gGmbH

Kurzfassung: Das Forschungsvorhaben „Erlebniswelt Erneuerbare Energien: powerado“ verfolgt das Ziel, die wirksame Kommunikation zur Förderung von Erneuerbaren Energien bei Kindern, Jugendlichen, Pädagogen und Multiplikatoren zu erforschen. Hierzu wurden in zehn Modulen für verschiedene Altersstufen und für Multiplikatoren Materialien entwickelt, anhand derer erfolgreiche Kommunikationsstrategien von Erneuerbare Energien bestimmt werden können. Die Module umfassen Energiemärchen, Online-Spiel, Materialboxen (Kits, Primarstufe, Jugendfreizeiteinrichtungen), eine Posterausstellung, Experimente, Handwerker-Lerneinheiten sowie die Lehrerausbildung. Beteiligt sind: IZT (Berlin), UfU (Berlin), DGS (Berlin und München), ISES (Freiburg), Iserunschmidt (Bonn) und die Universität Magdeburg.

**Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung
und -nutzung in Deutschland**

Förderkennzeichen: 0327544

Laufzeit: 01.11.2005 – 30.04.2008

Zuwendungssumme: 485.583 €

Projektpartner: ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH

Kurzfassung: Die Biogasnutzung hat in den letzten Jahren erheblich an Bedeutung gewonnen. Neben den oftmals ökologisch vorteilhaften Biogaskonzepten kann es jedoch in Einzelfällen auch zu Konflikten mit anderen Nachhaltigkeitszielen wie dem Naturschutz kommen. Im vom BMU geförderten Projekt „Optimierungen für einen nachhaltigen Ausbau der Biogaserzeugung und -nutzung in Deutschland“ identifizierte ein Projektteam unter der Koordination des IFEU Institutes die ökologisch besonders vorteilhaften Biogaspfade wie auch die mittlerweile bereits vorhandenen bzw. potenziellen Konfliktfelder. Darauf aufbauend wurden Vorschläge und Handlungsempfehlungen erarbeitet, die zu ökologischen Optimierungen beim weiteren Ausbau der Biogaskonzepte führen sollen.

**ME: Energy – Mädchen für Erneuerbare Energien. Um die Erneuerbaren
Energien in der Akzeptanz zu stärken, sollen Frauen und Mädchen für
Berufe im Bereich der Erneuerbaren Energien motiviert werden**

Förderkennzeichen: 0327545

Laufzeit: 01.11.2005 – 31.10.2007

Zuwendungssumme: 140.109 €

Projektpartner: Energie Impuls OWL e. V.

Kurzfassung: Mit „ME:Energy – Mädchen für Erneuerbare Energien (EE)“ strukturierte Energie Impuls OWL zwei Jahre lang interaktive Aktionen von der Grundschule bis zur Sekundarstufe II. Dazu gehörten SchülerInnen-Betriebspraktika, Schülerwettbewerbe und energy camps. Weibliche Auszubildende, Studentinnen, berufstätige Frauen und Personalverantwortliche im Bereich EE wurden interviewt oder berichteten direkt über ihre Erfahrungen und hatten so für die Schülerinnen Vorbildfunktion. Lehrerfortbildungen, Gespräche mit BerufsberaterInnen, Messeauftritte und die Verlinkung mit anderen Mädchen- und Frauenprojekten sorgten dafür, dass über diese MultiplikatorInnen die hervorragenden Berufsaussichten im Bereich der Zukunftsenergien für die jungen Frauen regional und bundesweit nachhaltig kommuniziert werden.

Stoffstromanalyse zur nachhaltigen Mobilität im Kontext der Erneuerbaren Energien bis 2030

Förderkennzeichen: 0327546
Laufzeit: 01.08.2005 – 30.06.2009
Zuwendungssumme: 2.130.983 €
Projektpartner: Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie – Büro Darmstadt
Kurzfassung: Die Vorhabensbeschreibung lag bei Redaktionsschluss nicht vor.

Bio-Logio – Entwicklung und Ausbau regionaler Logistikstrukturen zur Förderung der nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse in Deutschland

Förderkennzeichen: 0327580
Laufzeit: 01.06.2006 – 30.04.2007
Zuwendungssumme: 60.055 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Materialfluss und Logistik (IML)
Kurzfassung: Im BMU-Projekt BioLogio wurden Logistiksysteme für Holzbrennstoffe systematisiert und hinsichtlich der jeweiligen Prozesse differenziert beschrieben sowie monetär bewertet. Es wurden die kosten treibenden Prozesse identifiziert, Schwachstellen diskutiert und Lösungswege für eine wirtschaftliche Bereitstellungskette aufgezeigt. Somit wurde eine Grundlage geschaffen, um zukünftig vergleichbare Prozesse innerhalb von Biomasselogistiksystemen abzubilden und Kennzahlen wie beispielsweise die Prozesskosten zu ermitteln. Als Praxisbeispiele dienten einerseits die Pflegemaßnahmen und jeweiligen Bereitstellungsketten der Holzbrennstoffquelle »Straßenbegleitholz« in NRW sowie andererseits der »Energieholzhof« als wesentlicher Bestandteil einer regionalen Supply Chain »Holzbrennstoff«.

Optimierungsstrategien aktiver Netzbetreiber beim weiteren Ausbau erneuerbarer Energien zur Stromerzeugung (OPTAN)

Förderkennzeichen: 0327586
Laufzeit: 01.11.2006 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 202.689 €
Projektpartner: IZES gGmbH

Kurzfassung: Erneuerbare Energien können mit zunehmendem Anteil an der Stromerzeugung nicht mehr in einer Nische betrieben werden. Vielmehr müssen sie zu einem integralen Bestandteil des Stromsystems werden. Diese Systemintegration erfordert sowohl technische als auch regulatorische und institutionelle Anpassungen. Ziel des Vorhabens ist es, die technische Optimierung und Weiterentwicklung des regulatorisch-institutionellen Rahmens in ihrer Wechselwirkung zu untersuchen. Dabei ist zu klären, was unter Optimierung dezentraler Energiesysteme aus Netzbetreibersicht zu verstehen ist und wie diese in die Lage versetzt werden können, die notwendige Systemoptimierung zu gestalten. Damit soll die Effektivität und Effizienz bestehender Förderinstrumente für erneuerbare Energien weiter erhöht werden.

Solarsupport für Schulen

Förderkennzeichen: 0327613
Laufzeit: 01.11.2006 – 30.04.2009
Zuwendungssumme: 198.797 €
Projektpartner: Unabhängiges Institut für Umweltfragen (UfU) e.V.

Kurzfassung: Viele Schulen besitzen PV-Anlagen, die auch aus pädagogischen Gründen angeschafft wurden. Die meisten Schulen sind mit deren Thematisierung im Unterricht überfordert. Es fehlen Lehrmaterialien und Fortbildungen. Hinzu kommen technische Schwierigkeiten: Displays fehlen, Ertragsdaten lassen sich nicht in die PCs übertragen.

- Ziele:
- Erfassung schulischer PV-Anlagen und Analyse der technischen und pädagogischen Probleme bei ihrer Einbeziehung in den Unterricht.
 - Unterstützung ausgewählter Schulen bei der Problemlösung, Entwicklung von Good-Practise in Pädagogik und Technik.
 - Verbreitung der Methoden zur schulischen Nutzung der Anlagen durch Good-Practise-Beispiele (Schulprojekte)
 - Unterrichtseinheiten für die Grund- und Mittelstufe
 - Durchführung eines Schul-Wettbewerbs

Energiebalance – Optimale Systemlösungen für Erneuerbare Energien und Energieeffizienz

Förderkennzeichen: 0327614A; 0327614B

Laufzeit: 01.09.2006 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 522.317 €

Projektpartner: ifeu-Institut für Energie- und Umweltforschung Heidelberg GmbH (Koordinator); Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Kurzfassung: Welche Effizianzforderungen sind an geförderte erneuerbare Energieanlagen zu stellen? Welche technischen Lösungen gibt es für die regenerative Beheizung sehr effizienter Gebäude? Wie verhält sich ein erneuerbares Wärmegesetz zu den Anforderungen der Energieeinsparverordnung?

Um ambitionierte Klimaschutzziele zu erreichen sind Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien, zur Steigerung der Energieeffizienz und Forcierung des Energiesparens notwendig. Ziel des Forschungsvorhabens ist eine Verbesserung der „Energiebalance“ durch zielorientierte Kopplung von Maßnahmen aus diesen Bereichen. Im Vorhaben werden dazu Technologien, Energieszenarien und Zielkonzepte (z.B. die „2000 Watt Gesellschaft“) sowie energiepolitisch relevante Gesetze und Fördermaßnahmen nach Verzahnungsaspekten analysiert.

Treibende Kräfte und potenzielle Barrieren für den Ausbau erneuerbarer Energien aus integrativer Sichtweise

Förderkennzeichen: 0327629

Laufzeit: 01.10.2006 – 31.03.2009

Zuwendungssumme: 481.535 €

Projektpartner: Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie GmbH

Kurzfassung: Robuste Strategien und Maßnahmen, die möglichst richtungssicher positive Beiträge für den Ausbau erneuerbarer Energien leisten, gewinnen an Bedeutung. Das Projekt analysiert detailliert die Entwicklungsperspektiven erneuerbarer Energien und die Vielzahl der treibenden Kräfte für deren Ausbau. Zu den treibenden Kräften zählen die Schaffung von Arbeitsplätzen, eine erhöhte Energiesicherheit, regionale Wertschöpfung, Klima- und Umweltschutz und zahlreiche mehr. Spiegelbildlich zu den bestärkenden Effekten wird auch untersucht, welche Aspekte den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien ggf. negativ beeinflussen könnten und welche Reaktionsmöglichkeiten darauf bestehen. Zudem wird der Einfluss langfristiger Trends (demographischer und Klimawandel) auf die Marktperspektiven eingehend betrachtet.

Identifizierung strategischer Hemmnisse und Entwicklung von Lösungsansätzen zur Reduzierung der Nutzungskonkurrenzen beim weiteren Ausbau der energetischen Biomassennutzung

Förderkennzeichen: 0327635

Laufzeit: 01.05.2007 – 31.07.2010

Zuwendungssumme: 330.934 €

Projektpartner: Institut für Energetik und Umwelt gGmbH

Kurzfassung: Die verstärkte Bioenergienutzung ist erklärtes Ziel der deutschen und europäischen Politik und wird mit unterschiedlichen Maßnahmen vorangetrieben. Aufgrund der damit stark gestiegenen Nachfrage von Biomassen aus der land- und forstwirtschaftlichen Produktion sind bereits Nutzungskonkurrenzen zu erkennen bzw. ihr verstärktes Auftreten kann erwartet werden.

Vor diesem Hintergrund ist das Ziel des Forschungsprojektes Maßnahmen zu entwickeln, mit denen Konkurrenzen verhindert bzw. reduziert werden können. Dafür erfolgt neben der Schaffung einer entsprechenden Datenbasis die Entwicklung von Biomassennutzungsszenarien ohne und mit Maßnahmen, mit denen Nutzungskonkurrenzen reduziert werden können. Im gesamten Projektverlauf werden die gewonnenen Erkenntnisse zur Politikberatung herangezogen.

Struktur und Dynamik einer Stromversorgung mit einem hohen Anteil erneuerbarer Energieerzeuger – Energiestudie

Förderkennzeichen: 0327639

Laufzeit: 01.12.2007 – 31.07.2009

Zuwendungssumme: 209.947 €

Projektpartner: Solar-Institut Jülich der Fachhochschule Aachen

Kurzfassung: Die von der Bundesregierung beschlossene Emissionsreduktion zum Klimaschutz sowie der geplante Ausstieg aus der Atomenergie machen tiefgreifende Veränderungen des Stromversorgungssystems notwendig. In mehreren Untersuchungen wurden bereits die Potenziale des Ausbaus erneuerbarer Energien gezeigt. Im Rahmen dieses Projekts wird anhand einer quasi-dynamischen Simulation untersucht, unter welchen Voraussetzungen die Einbindung eines hohen Anteils erneuerbarer Stromerzeuger in die Stromversorgung bei gleichbleibender Versorgungssicherheit möglich ist. Dabei werden insbesondere die Höhe der zu installierenden Leistungen erneuerbarer und konventioneller Stromerzeuger, die Transportkapazitäten im Übertragungsnetz sowie Art und Umfang von Energiespeichern und Lastmanagement betrachtet.

Erneuerbare Energien aus Sicht der Innovationsforschung: Synopse der relevanten Literatur und Synthese für den special Report des IPCC zu Erneuerbaren Energien (SRREN)

Förderkennzeichen: 0327651

Laufzeit: 01.08.2007 – 31.01.2010

Zuwendungssumme: 73.214 €

Projektpartner: Fraunhofer-Institut für System- und Innovationsforschung (ISI)

Kurzfassung: In der Innovationsforschung haben sich in den letzten Jahren erhebliche Weiterentwicklungen ereignet, die aber aus Sicht des Klimaschutzes bisher kaum wahrgenommen werden.

In dem Forschungsvorhaben wird daher eine umfassende Synopse zum Themenfeld "Innovation und erneuerbare Energien" erstellt und im Hinblick auf eine mögliche Verwertung in einem Special Report des IPCC aufbereitet. Gleichzeitig sollen die wichtigsten Ergebnisse den zentralen deutschen Akteuren (Unternehmen, Verbände etc.) vermittelt werden, um ihnen frühzeitig eine wichtige Orientierung in ihrer strategischen Positionierung zu ermöglichen.

Gesamtwirtschaftliche und sektorale Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien

Förderkennzeichen: 0327652

Laufzeit: 01.05.2007 – 31.10.2009

Zuwendungssumme: 314.600 €

Projektpartner: Deutsches Institut für Wirtschaftsforschung e.V. (DIW Berlin) – Abt. Energie, Verkehr, Umwelt (EVU)

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist es, einen Beitrag zur fundierten Analyse der Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien auf Produktivität, Produktion und Beschäftigung zu leisten. Hierzu wird ein Modellierungsinstrumentarium entwickelt, welches die gesamtwirtschaftlichen und sektoralen Effekte des Ausbaus der erneuerbaren Energien empirisch-quantitativ abbildet. Ausgangspunkt der Modellierung ist NiGEM (National Institute Global Econometric Model), ein ökonometrisches, theoretisch konsistentes makroökonomisches Mehr-Länder-Modell. Es wird um sektorale Aspekte sowie insbesondere um die Abbildung der erneuerbaren Energien für Deutschland erweitert. Im Vordergrund steht die Untersuchung der Beschäftigungseffekte unter Berücksichtigung von Innovationspotenzialen und Wettbewerbswirkungen.

Thermal Energy from Renewables – References and Assessment

Förderkennzeichen: 0327655

Laufzeit: 01.02.2007 – 31.12.2008

Zuwendungssumme: 59.532 €

Projektpartner: Berliner Energieagentur GmbH

Kurzfassung: Um die von der EU gesetzten Ziele für den Anteil erneuerbarer Energien am Endenergieverbrauch zu erreichen, muss Wärme aus erneuerbaren Energien (EEWärme) mit in Betracht gezogen werden. Allerdings wird EEWärme:

- EU-weit nicht einheitlich definiert,
- mittels Input-, Output- oder Substitutionsmethode erfasst,
- oftmals nicht direkt gemessen,
- in offiziellen Statistiken entweder nicht oder nur zum Teil mit berücksichtigt.

Im Rahmen von ThERRA wird eine abgestimmte, einheitliche Definition für EEWärme festgelegt und Erfassungsmethoden zur Überwachung der gesamten EEWärmemengen der EU entwickelt und verbreitet. Innerhalb ThERRAs werden Schlüsselakteure sowohl auf EU als auch auf Länderebene in diesen Prozess mit eingebunden. Die Methoden werden in allen beteiligten EU-Ländern getestet.

Ergänzende Untersuchungen und vertiefende Analysen zu möglichen Ausgestaltungsvarianten eines Wärmegesetzes

Förderkennzeichen: 0327675

Laufzeit: 01.03.2007 – 28.02.2009

Zuwendungssumme: 255.017 €

Projektpartner: Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik (ITT)

Kurzfassung: Das Gesetzgebungsverfahren für ein Wärmegesetz (EEWärmeG), welches Gebäudeeigentümer zur Nutzung von Wärme aus erneuerbaren Energien verpflichten soll, ist inzwischen weitgehend abgeschlossen (Stand Juli 2008). Das Projektkonsortium hat das Umweltministerium bei der Ausgestaltung dieser Nutzungspflicht unterstützt. Schwerpunkte der Untersuchung lagen in den Bereichen:

- Nahwärme aus erneuerbaren Energien,
- Verzahnung der Gebäudedämmung mit der Wärmeerzeugung aus erneuerbaren Energien,
- Wechselwirkungen und Überschneidungen mit anderen Gesetzen zur Förderung des Klimaschutzes,
- Nutzungskonflikte, die sich bei der Erschließung des knappen heimischen Biomassepotenzials ergeben.

Beispielhafte regionale Umsetzung eines intelligenten, dezentralen Energiemanagementsystems im Rahmen des EU-Vorhabens "Sustainable Energy Management System – SEMS"

Förderkennzeichen: 0327691
Laufzeit: 01.06.2007 – 31.12.2011
Zuwendungssumme: 205.468 €
Projektpartner: IZES gGmbH – Arbeitsfeld Biomasse / Stoffstrommanagement und Energiesystemtechnik

Kurzfassung: Im Rahmen des europäischen Projekts „Sustainable Energy Management System – SEMS“ soll ein Dezentrales Energiemanagementsystem – DEMS auf kommunaler Ebene in 3 ausgewählten Gemeinden in Europa umgesetzt werden. Beteiligte Forschungsinstitute sind das CRTE/Luxemburg, BAUM e.V. sowie das Institut für angewandtes Stoffstrommanagement als Projektkoordinator. Die Hauptaufgabe der IZES GmbH besteht in der Anpassung und Implementierung des von SIEMENS entwickelten „Dezentralen Energiemanagementsystems – DEMS“, sowie der wissenschaftlichen Analyse der Systemeigenschaften während der Projektlaufzeit von 2007-2012.

Kosteneffizienter Ausbau der Erneuerbaren Energien

Förderkennzeichen: 0327699
Laufzeit: 01.10.2007 – 30.09.2010
Zuwendungssumme: 381.755 €
Projektpartner: Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung e.V. (PIK)

Kurzfassung: Ziel des Projektes ist es, die Zubaupfade der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien bis 2100 so zu bestimmen, dass (1) langfristige Klimaschutzzielsetzungen eingehalten, (2) darüber hinausgehende Nachhaltigkeitsziele beachtet und (3) die über den gesamten Zeitraum des Umbaus der Energieversorgung aufsummierten Klimaschutzkosten minimiert werden. Hierbei ist zu berücksichtigen, dass es durch Lerneffekte zukünftig zu einer erheblichen Reduktion der Kosten der Energiebereitstellung aus erneuerbaren Quellen kommen kann. Mit Hilfe der erstellten innovativen Optimierungsmodelle soll berechnet werden, welche technologieabhängigen Einspeisevergütungen erforderlich sind, damit es im liberalisierten Markt zu einer Umsetzung der langfristig kostenoptimalen Ausbastrategie kommt.

Regionale Umsetzungen zur Nutzung des im Rahmen der ökologischen Begleitforschung/ZIP Biomasse entwickelten nationalen Werkzeugs für die Politikberatung "Stoffstromanalyse zur nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse"

Förderkennzeichen: 0329952; 0329952A
Laufzeit: 01.09.2004 – 31.03.2007
Zuwendungssumme: 870.280 €
Projektpartner: IZES gGmbH (Koordinator); IZES gGmbH

Kurzfassung: BioRegio hatte das Ziel, regionale Abhängigkeiten bei der Umsetzung einer nachhaltigen energetischen Nutzung von Biomasse zu untersuchen. Das Vorhaben baute auf den Ergebnissen des BMU-„Stoffstrom-Projekts“ (Fritsche et.al. 2004) auf. Dieses entwickelte auf der Basis eines nationalen Betrachtungsansatzes Handlungsempfehlungen im Sinne einer Politikberatung. In BioRegio sollten diese auf ihre Regionalisierbarkeit untersucht sowie einer folgenden regionalspezifischen Betrachtung unterzogen werden. Diese Untersuchungen wurden in 6 ausgewählten Modellregionen durchgeführt, die sich geografisch, wirtschaftlich und demografisch und hinsichtlich bereits realisierter Bioenergieprojekte stark unterschieden. Das Projekt mündete in einen 6-Stufenplan zur Umsetzung regionaler Biomassestrategien.

Organisieren der Etablierung, der Vernetzung und erster inhaltlicher Arbeiten des Internationalen Netzwerkes Erneuerbare Energien – ISPRE (International Science Panel on Renewable Energies) für das BMU

Förderkennzeichen: 0329971A
Laufzeit: 01.10.2006 – 30.04.2008
Zuwendungssumme: 104.860 €
Projektpartner: Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE)

Kurzfassung: Bei dem vorliegenden Projekt handelt es sich um ein rein organisatorisches Projekt, bei dem das International Science Panel on Renewable Energies, ISPRE mit dem Ziel etabliert wurde, eine kontinuierliche umfassende Evaluation der globalen Entwicklung und Verbreitung der Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien vornehmen. ISPRE will durch Analysen und strategische Beratung die Intensität, die Kohärenz und die Effektivität von wissenschaftlicher Arbeit auf dem Gebiet der Erneuerbaren Energien erhöhen. Das Blickfeld von ISPRE ist weltweit ausgerichtet. ISPRE wurde unter der Schirmherrschaft des International Council for Science (ICSU), des "International Council of Academies of Engineering and Technological Sciences" (CAETS) und des "Renewable Energy Policy Network" (REN21) gegründet.

8.2 Deutsch-Israelische Kooperationen in der Energieforschung

Israel und Deutschland können inzwischen auf einen fast 50-jährigen wissenschaftlichen Austausch zurückblicken. Noch bevor beide Länder 1965 diplomatische Beziehungen zueinander aufnahmen, nutzten sie den wissenschaftlichen Austausch für die gegenseitige Annäherung. So reiste 1959 erstmals eine offizielle Delegation von Wissenschaftlern unter der Leitung des Chemikers Otto Hahn nach Israel. 1972 begann dann die offizielle Zusammenarbeit in Forschung und Wissenschaft, zu deren ersten Forschungsgebieten die nicht-nukleare Energieforschung gehörte.

Das Bundesumweltministerium ist seit 2003 für die Energieforschung im Rahmen der deutsch-israelischen Forschungskoooperation zuständig. Seitdem konzentriert sich die Kooperation im Bereich der Energieforschung auf erneuerbaren Energien. Derzeit befinden sich vier gemeinsame Forschungsvorhaben aus dem Bereich der erneuerbaren Energien in der Förderung. An allen Projekten sind deutsche und israelische Institute in gleichem Umfang vertreten. Bei einem der vier Vorhaben handelt es sich um ein trilaterales Vorhaben, an dem neben deutschen und israelischen Forschern auch das Nationale Energieforschungszentrum in Jordanien beteiligt ist. Das Bundesumweltministerium fördert die Projekte mit insgesamt rund 1,7 Mio. Euro über einen Zeitraum von drei Jahren.

Verbundprojekt: Self-Cleaning Photovoltaics Panels**Förderkennzeichen:** 0327559B; 0327559Q**Laufzeit:** 01.09.2007 – 31.08.2010**Zuwendungssumme:** 328.843 €**Projektpartner:** Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) (Koordinator); Ben Gurion University of the Negev – Blaustein Institute of Desert Research/Solar Energy and Environment Physics Dept.

Kurzfassung: In Wüstenregionen wird der Energieertrag von Photovoltaik-Modulen durch Staubablagerungen auf deren Oberflächen stark reduziert. Jedoch sind gerade diese Gebiete wegen hoher solarer Einstrahlung für den Betrieb von PV-Anlagen sehr interessant.

Wasser und andere klassische Reinigungsmethoden scheiden hier aus diversen Gründen (z. B. Verfügbarkeit, Kosten, Wartung) aus.

Im Verbundprojekt „Self-Cleaning PV-Panels“ wird gemeinsam mit einem israelischen Projektpartner eine energieeffiziente Technik zur Reinigung der Moduloberflächen mittels elektrischer Felder entwickelt.

Dazu wird ein Wechselrichter entsprechend modifiziert und ein Pulsgenerator zur Erzeugung der elektrischen Felder integriert. Umfangreiche Feldtests in der Negev-Wüste dienen der Erprobung und Optimierung des Systems.

Verbundprojekt: Defect-tolerant Solar Cell Materials: Putting Grain Boundaries to Work in Thin Film Chalcopyrite Solar Cells**Förderkennzeichen:** 0327559H; 0327559T; 0327559U; 0327559V**Laufzeit:** 01.03.2008 – 28.02.2011**Zuwendungssumme:** 601.720 €**Projektpartner:** Hahn-Meitner-Institut Berlin Gesellschaft mit beschränkter Haftung (Koordinator); Weizmann Institute of Science, Rehovot (Israel); The Hebrew University of Jerusalem; Tel Aviv University

Kurzfassung: While solar cells based on Cu-chalcopyrite absorber materials have shown nearly 20 % efficiencies, the best modules reach only ~12 %, showing that there is significant room for improvement. Because these cells are made of polycrystalline material, grain boundaries and surfaces are obvious points to focus on.

The project brings together several groups that have contributed to understanding electronic effects of polycrystallinity in solar cells.

Whereas grain boundaries are mostly characterized by averaging methods, the project focuses on studies of individual grain boundaries employing scanning probe microscopy methods. This will be combined with preparation, electrical characterization and theoretical models. The results of the project should show the way towards improved cells.

Verbundprojekt: Active Flow Control for Noise Reduction and Performance Improvement of Future Generation Wind Turbines**Förderkennzeichen:** 0327559I; 0327559W**Laufzeit:** 01.03.2008 – 28.02.2011**Zuwendungssumme:** 293.424 €**Projektpartner:** Universität Stuttgart – Institut für Aerodynamik und Gasdynamik (IAG) (Koordinator); Tel Aviv University – Fachbereich Maschinenbau, Klossner

Kurzfassung: Die Zielsetzung dieses deutsch-israelischen Gemeinschaftsprojektes besteht in der Anwendung und Demonstration des Potentials aktiver Strömungskontrolle (AFC) zur Reduktion des strömungsinduzierten Lärms der Rotoren von Windturbinen. Die durch aktive Strömungsbeeinflussung erzielbare Lärmreduktion kann zur Erhöhung der Akzeptanz von On-Shore Anlagen beitragen sowie über eine Erhöhung der möglichen Rotordrehzahl zu einer Leistungssteigerung künftiger Windturbinen genutzt werden. Die Arbeiten in diesem Vorhaben konzentrieren sich auf die Reduktion des grenzschichtinduzierten Hinterkantenlärms. Es werden sowohl numerische als auch experimentelle Untersuchungen durchgeführt und geeignet angepasste Aktuatorssysteme entwickelt.

Verbundprojekt: Concentrating Solar Power & Desalination for Communities in Israel and Jordan (CSPD-COMISJO)**Förderkennzeichen:** 0327559P; 0327559A; 0327559R; 0327559S**Laufzeit:** 01.05.2007 – 30.04.2010**Zuwendungssumme:** 427.884 €**Projektpartner:** Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V. (DLR) – Institut für Technische Thermodynamik – Solarforschung (TT-SF) (Koordinator); Universität Bremen – Fachbereich Produktionstechnik, Fachgebiet Technische Thermodynamik; National Energy Research Center, Amman; Ben Gurion University of the Negev

Kurzfassung: Israel und Jordanien liegen wie die meisten Länder der MENA Region unterhalb der Grenze zur Trinkwasserarmut. Da die Bevölkerung beider Länder weiter zunimmt stellt die nachhaltige und kostengünstige Produktion und Bereitstellung von Frischwasser ein akutes Problem dar. Eine ressourcen- und umweltschonende technologische Lösung besteht in der Nutzung von solarer Energie (Sonnenstrahlung) zum Betrieb klassischer Meerwasserentsalzungsverfahren wie der Multi Effekt Destillation oder der Membranverfahren. Das Ziel der Studie ist die Ermittlung der jeweils effektivsten Technologie, bestehend aus einem solaren Teil (PV-Zellen, Niedertemperaturkollektoren oder Parabolrinnenkraftwerk) und einem Entsalzungsstil (MSF, MED, MED-TVC oder RO), für drei Standorte in Israel und Jordanien.

8.3 Wasserkraft, Meeresenergie und sonstige Querschnittsprojekte zu erneuerbaren Energien

Abhängig von konkreten Forschungsnotwendigkeiten können auch Projekte zur ökologischen Optimierung von Wasserkraftanlagen gefördert werden. Gleichfalls sind Fördervorhaben zur Nutzung der Meeresenergie möglich. Diese finden wegen des geringen Potenzials deutscher Seegebiete zumeist in internationaler Kooperation statt. Schließlich subsumieren in diesem Kapitel auch einige wenige Technologieprojekte, die mit Blick auf die erneuerbaren Energien Querschnittscharakter aufweisen. Als Beispiel sei hier das Projekt „Regeneratives Kombikraftwerk – 100 % erneuerbare Energien für Deutschland“ genannt.

Pilotstudie zur Akzeptanz vertikaler Windenergieanlagen

Förderkennzeichen: 0327644
Laufzeit: 01.04.2007 – 31.03.2009
Zuwendungssumme: 255.608 €
Projektpartner: Martin-Luther-Universität Halle-Wittenberg – Institut für Psychologie

Kurzfassung: Voraussetzung für die erfolgreiche Markteinführung innovativer Technologien ist deren Akzeptanz auf der Nachfrageseite. Ziel dieses Forschungsprojektes ist es, das Potential innovativer, kleiner vertikaler Windenergieanlagen zu analysieren. Neben der sozialen Akzeptanz werden die Technik, die Umweltverträglichkeit sowie das Exportpotential dieser Windenergieanlagen bewertet. Untersucht wird zudem der Einfluss der Anlagengestaltung auf die soziale Akzeptanz. Entsprechend sind an diesem Projekt Partner aus unterschiedlichen Disziplinen beteiligt, die technische, ökonomische, ökologische, sozialwissenschaftliche und gestalterische Ansätze integrieren.

Organisation, Durchführung und Nachbearbeitung der General Assembly der EU PV Technology Platform am 12. Juni 2007 in Berlin, Deutschland, anlässlich der deutschen EU-Ratspräsidentschaft

Förderkennzeichen: 0327653
Laufzeit: 01.04.2007 – 30.06.2007
Zuwendungssumme: 25.282 €
Projektpartner: WIP Wirtschaft und Infrastruktur GmbH & Co Planungs KG

Kurzfassung: Die Organisation der jährlich stattfindenden General Assembly (GA) der EU PV Technology Platform unterliegt dem Aufgabengebiet des Sekretariats. Die GA hat einen interdisziplinären Ansatz und dient damit der EU PV Technology Platform zur Vorstellung und Zusammenfassung der bereits durchgeführten Aktivitäten, zum Austausch zwischen den verschiedenen Arbeitsgruppen, der Mirror Group und dem Steering Committee, sowie der Kommunikation mit Interessensgruppen aus Politik, Wirtschaft, Technik und Forschung und der breiten Öffentlichkeit. Die GA fördert auch die Annahme von Anregungen für die Entwicklung politischer Forschungsprogramme und Prioritäten, welche die Sichtweise der Wirtschaft und Wissenschaft berücksichtigt und damit einen kooperativen Rahmen für eine nachhaltige Entwicklung schafft.

Verbundprojekt: "Smarte" Haushaltsgeräte in nachhaltigen Energiesystemen

Förderkennzeichen: 0327668; 0327668A
Laufzeit: 15.03.2007 – 30.06.2009
Zuwendungssumme: 236.914 €
Projektpartner: Öko-Institut e.V. – Institut für angewandte Ökologie (Koordinator); Rheinische Friedrich-Wilhelms-Universität Bonn – Institut für Landtechnik

Kurzfassung: Eine neue Generation von „smarten“ Haushaltsgeräten steht im Mittelpunkt eines europäischen Verbundvorhabens unter maßgeblicher Beteiligung des Öko-Instituts und der Universität Bonn. Diese Geräte sollen ihren Betrieb zeitlich mit dem aktuellen Angebot Erneuerbarer Energie koordinieren können. Eine elastischere Energienachfrage kann die Integration großer Anteile Erneuerbarer Energien sowohl auf lokaler Ebene wie auch im überregionalen Stromnetz erleichtern. Erste Projektergebnisse zeigen, dass attraktive Potenziale zur Lastverlagerung u.a. bei Waschmaschinen, Wäschetrocknern und Geschirrspülern bestehen. Im weiteren Projektverlauf werden die Synergieeffekte im Kraftwerkspark aufgrund der Lastverlagerungen bewertet und ein Konzeption für den Einsatz „smarter“ Hausgeräte entwickelt.

Regeneratives Kombikraftwerk – 100 % Erneuerbare Energien für Deutschland

Förderkennzeichen: 0327692
Laufzeit: 01.05.2007 – 31.01.2008
Zuwendungssumme: 123.730 €
Projektpartner: Schmack Biogas AG

Kurzfassung: Das Regenerative Kombikraftwerk zeigt, dass Erneuerbare Energien im Verbund jede Lastgangkurve bedienen können und somit eine Vollversorgung im Strombereich ausschließlich aus regenerativen Quellen möglich ist. Sein Konzept beruht auf der Vernetzung und dem Ausgleich von 36 Erneuerbare-Energien-Kraftwerke aus den Bereichen Wind, Solar, Biogas und Wasserkraft. Die einzelnen dezentralen Kraftwerke sind über eine zentrale Steuerungseinheit per Informationstechnologie miteinander verknüpft. Die Schwankungen von Windkraft- und Photovoltaikanlagen können insbesondere durch Biogasanlagen ausgeglichen werden. Das regenerative Kombikraftwerk deckt ein Zehntausendstel des deutschen Strombedarfs ab. Dies entspricht etwa dem Strombedarf von 12.000 Haushalten.

Energetische Nutzung von Meeresströmungen mit Doppelrotorturbinen der Megawattklasse

Förderkennzeichen: 0329898A
Laufzeit: 01.08.2005 – 31.07.2008
Zuwendungssumme: 699.815 €
Projektpartner: Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) – Verein an der Universität Kassel e.V. – Bereich Energiewandlung und Regelungstechnik

Kurzfassung: Ziel des Vorhabens ist die Unterstützung von Komponentenherstellern als Zulieferer für Doppelrotor-Meeresströmungsturbinen, wie sie zurzeit z. B. von der englischen Firma MCT entwickelt werden. Doppelrotorsysteme zeichnen sich durch Einsparungen bei den Bohr- und Installationskosten für den Turm und bei den Kosten für den Netzanschluss aus. Nachteile des Doppelrotorkonzepts liegen in der komplexen Überlagerung der Kräfte beider Rotoren. Je nach Drehzahl, Rotorposition und Strömungsverhältnissen treten komplexe zeitlich veränderliche Biege- und Torsionsmomente in der Quertraverse und im Turm auf. Untersucht werden verschiedene Ansätze zur Regelung und Betriebsführung mithilfe von Mehrkörpermodellen und CFD-Strömungsberechnungen zur Minimierung von Lasten und zur Lebensdauer-Optimierung.

9. Organisation / Ansprechpartner

Geschäftsbereichsleitung Dr. Frank Stubenrauch Tel. 02461 61-3172

Fachbereich Solarenergie

Photovoltaik	Dr. Christoph Hünnekes	- 2227
Solarthermie 2000plus	Dr. Peter Donat	030 20199 - 427
Solarthermische Kraftwerke	Dr. Hermann Bastek	- 4849

Fachbereich Windenergie, Geothermie & Querschnittsaktivitäten

Geothermie	Dr. Dieter Rathjen	- 4233
Windenergie	Dr. Joachim Kutscher	- 2676
Querschnittsaktivitäten	Dr. Volker Monser	- 2808

Administrative Projektbearbeitung Manfred Altmann - 3246

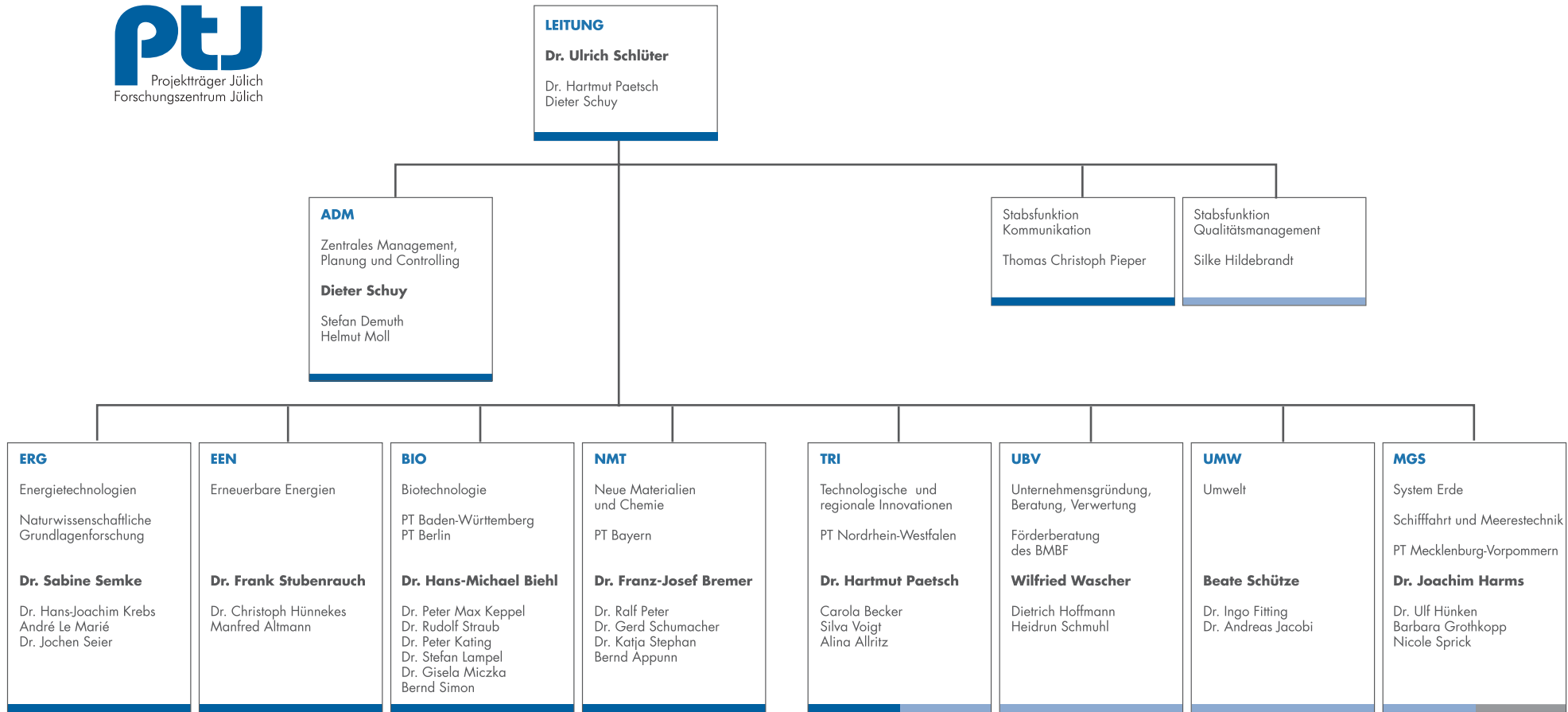
Koordination Öffentlichkeitsarbeit Dr. Lothar Wissing - 4843

Kontakt

Forschungszentrum Jülich GmbH
 Projektträger Jülich
 Geschäftsbereich EEN
 52425 Jülich

Email: ptj-een@fz-juelich.de
<http://www.fz-juelich.de/ptj/erneuerbare-energien/>

(Stand 01.07.2008)



**Nationale Kontaktstellen für die europäische Forschungsförderung
I European Research Area Network – ERA-NET**

Legende:

Geschäftsbereichsleiter/in
Mitglied Leitungsteam

Stand: 01.04.2008

Projektträger Jülich
Forschungszentrum Jülich GmbH

Jülich

Wilhelm-Johnen-Straße
52428 Jülich

Tel.: 02461 61-5782
Fax: 02461 61-5837

Außenstelle Berlin

Zimmerstraße 26-27
10969 Berlin

Tel.: 030 20199-431
Fax: 030 20199-470

Außenstelle Warnemünde

Seestraße 15
18119 Rostock

Tel.: 0381 5197-2 81
Fax: 0381 51509

Diese Druckschrift wird von PTJ kostenlos abgegeben
und ist nicht zum Verkauf bestimmt.

