

INNOVATIV UND BISHER EINZIG IN SEINER ART IST DAS INTEGRIERTE SOLAR-THERMISCHE KRAFTWERK MATHANIA IN INDIEN. ES IST TECHNOLOGISCH ZUKUNFTWEISEND UND HAT EIN NEUARTIGES KOOPERATIONSKONZEPT ZUR GRUNDLAGE.

Das Projekt basiert auf einer strategischen Partnerschaft zwischen öffentlichen und privaten Institutionen welche am Transfer und der Kommerzialisierung vielversprechender Zukunftstechnologien in Entwicklungsländern interessiert sind, um die dortigen Energieprobleme lösen zu helfen und gleichzeitig einen wirksamen Beitrag zum globalen Klimaschutz zu leisten.



Juni 2000

Die hier näher vorgestellte Initiative soll die

kommerzielle Nutzbarkeit von solarthermischer Dampferzeugung zur Energieherstellung (aktive Solarthermik) Entwicklungsländern demonstrieren. Bei der aktiven Solarthermik wird Sonnenenergie mittels parabolischer Spiegel - sogenannter Sonnentröge - zunächst in Wasserdampf umgewandelt, mit welchem Elektrogeneneratoren angetrieben werden. Der technologische Neuwert des Projekts besetzt vor allem in der Kombination unterschiedlicher Techniken zur Dampferzeugung: erstmals soll die solarthermische Dampferzeugung mit einem konventionellen Gas-Dampf-Kraftwerk kombiniert und unter kommerziellen Bedingungen betrieben werden. Die vorgesehene Solartechnologie zur solarthermischen Dampferzeugung wird seit einigen Jahren in Kalifornien kommerziell genutzt. Gleichzeitig gewinnen Gas- und Dampf-Kraftwerke weltweit wegen ihres hohen Wirkungsgrads zunehmend an Bedeutung.



Solarthermie kommt nach Rajasthan

Geschichte

Bereits in den 80er Jahren wurde erstmals die Installation von aktiven solarthermischen Kraftwerken in Entwicklungsländern erwogen, da sich die Technologie gut für tropische Standorte eignet, in denen eine stabile und intensive Sonneneinstrahlung vorherrscht. Die Solarthermik wurde jedoch zunächst in Energiemärkten industrialisierter Länder eingeführt. Ausschlaggebend dafür waren zweifellos die dort vorhandenen technischen und finanziellen Möglichkeiten. Anfang der 90er Jahre installierte man beispielsweise in Kalifornien aktive solarthermische Kraftwerke mit einer Leistung von über 350 MW.

Im Jahre 1994 wandte sich schließlich Indien, damit das erste Entwicklungsland, der aktiven Solarthermik zu. Die Indische Regierung vergab einen ersten Auftrag für eine lagespezifische Durchführbarkeitsstudie für ein 35 MW Kraftwerk in Mathania, im Bundesstaat Rajasthan, in der Nähe von Jodhpur. Diese Studie wurde zunächst durch ein lokales Expertenteam durchgeführt und im Jahre 1996 mit Unterstützung der Deutschen Kreditanstalt für Wiederaufbau durch eine Analyse verschiedener technischer Optionen ergänzt. Im Lichte dieser erfolgversprechenden Untersuchungen entschloss sich die Regierung Rajasthans dazu, in die Errichtung eines kommerziell nutzbaren solarthermischen Kraftwerks zu investieren, und lud KfW und die GEF zur Unterstützung dieser bahnbrechenden Initiative ein. Damit waren wichtige Voraussetzungen für die Umsetzung der ersten großtechnischen Demonstration der Solarthermik in einem Entwicklungsland geschaffen.

Die Hauptziele des Projekts in Mathania sind: (a) Demonstration der operativen Durchführbarkeit von Stromversorgung durch Solarthermik in Indien; (b) die industrielle Anpassung der Technologie an Entwicklungslanderstandorte,

sowie die Reduzierung der Technologiekosten; und (c) auf längere Sicht durch die Verbreitung der Solarthermik einen strategischen Beitrag zur weltweiten Reduzierung von Treibhausgasemissionen zu leisten. Es wird erwartet, daß das Projekt selbst während seiner aktiven Lebensdauer zu einer Reduzierung der Kohlenstoffemissionen um mehr als 3 Millionen Tonnen beitragen wird, weil die mittels Solarthermik erzeugte Energie andernfalls in einem Kohlekraftwerk erzeugt würde.

Als im Jahre 1996 das Projektkonzept der GEF erstmals vorgelegt wurde, wurde entschieden, daß sich die GEF mit einem Finanzierungsbeitrag von bis zu 49 Mio US\$ an den Gesamtinvestitionen von 245 Mio US\$ beteiligt. Der Hauptteil der Kosten wird jedoch von der indischen Regierung getragen, welche finanziell von der Kreditanstalt für Wiederaufbau unterstützt wird. Das Projekt ist eine der größten von der GEF unterstützten Investitionen im Energiesektor. Vor kurzem wurden zwei ähnlich große Projekte zur kommerziellen Verbreitung der thermoelektrischen Solartechnologie in das Arbeitsprogramm der GEF aufgenommen. Diese Investitionen sollen in Marokko bzw. Mexiko umgesetzt werden. Projekte in Brasilien und Ägypten, für die eine GEF Unterstützung vorgesehen ist, befinden sich noch in der Prüfung.

Die Rolle der GEF

Als Finanzmechanismus der Klimakonvention unterstützt die GEF öffentliche und private Partner bei strategischen Projektinterventionen, welche Investitions-, Management und Politikentscheidung auf klimafreundlichere Lösungen hin lenken sollen. Der GEF geht es dabei nicht nur um die Einflußnahme auf Einzelentscheidungen, sondern um die Stimulierung von Marktentwicklungstrends hin zu wirklich nachhaltigen Lösungen. Sie verfolgt dabei vier strategische Ansätze, welche in entsprechenden GEF Rahmenprogrammen verankert sind:

Solarthermie kommt nach Rajasthan

- Beseitigung von Markthindernissen für Energieeffizienz und Energiekonservierung
- Erhöhung der Marktanteile von bereits konkurrenzfähigen Lösungen im Bereich erneuerbare Energien
- Förderung von nachhaltigen Lösungen im Transportbereich
- Kommerzialisierung vielversprechender Zukunftstechnologien, welche mittelfristig helfen können, die weltweiten Treibhausgasemissionen wesentlich zu senken.

Das letztere der genannten Programme unterscheidet sich von den anderen Ansätzen insofern, als daß es über die gegenwärtig kommerziell verfügbaren Lösungen hinausblickt und klimafreundliche Zukunftstechnologien mit hohem Marktpotenzial fördert, welche zwar heute bereits technisch umsetzbar, jedoch noch nicht hinreichend konkurrenzfähig sind, um ohne externe Unterstützung Marktanteile zu gewinnen. Diese längerfristig ausgerichtete Strategie bildet eine wichtige Ergänzung des GEF Portfolios, da keine der gegenwärtig vorherrschenden konventionellen Energietechnologien eine wirklich nachhaltige Lösung bietet. Die GEF hilft damit den Weg für die Verbreitung umweltfreundlicher technologischer Ansätze zu ebnen, welche die besten Marktpotenziale in Entwicklungsländern haben.

In Anbetracht der Tatsache, daß Investitionen in visionäre Energielösungen mit erheblichen Risiken verbunden sind, beschränkt die GEF ihre Rolle in diesem Bereich auf Optionen, die sich bereits technisch bewährt haben und für die ein gewisses kommerzielles Momentum wahrnehmbar ist. Die Vielfalt der von der GEF geförderten Energielösungen gewährleistet dabei einen wirksame Risikostreuung

Bisher gesammelte internationale Erfahrungen deuten darauf hin, dass Erfolge bei der Förderung von Zukunftstechnologien wesentlich davon abhängen, ob es gelingt, Marktkräfte zu sti-

mulieren, ohne dabei den Markt zu entstellen. Es gibt mittlerweile zahlreiche Beispiele, die belegen, dass kurzatmige, schlecht an die konkrete Marktsituation angepasste Technologieprogramme Marktentwicklungen in der Tat negativ beeinflussen können. Einige Interventionen induzierten beispielweise kurzfristig einen drastischen Nachfrageschub, was zu künstlich überhöhten Preisen führte. Solche Preisverzerrungen werfen den Markt in der Regel zurück, sobald die Subventionen, welche den Preisanstieg auslösten, wegfallen.

Die GEF ist deshalb bestrebt, Partnerschaften zwischen dem öffentlichen und dem Privatsektor aufzubauen, die sowohl auf einem guten Verständnis der Marktdynamik, als auch auf einer eingehenden Analyse des kommerziellen Potenzials technologischer Neuerungen wie der aktiven Solarthermik basieren. Die GEF Strategie zielt dabei darauf ab, die Hersteller der interessantesten und kreativsten technologischen Neuerungen in einen Wettbewerb einzubeziehen, welcher zur Demonstration der kommerziell vielversprechendsten Anwendungen in spezifischen Entwicklungsländermärkten führt.

Grundlegende GEF Motive für die Förderung der solarthermischen Energieerzeugung lassen sich wie folgt zusammenfassen:

- Beschleunigung der Einführung technologischer Neuerungen in Entwicklungsländern
- Erhöhung der Konkurrenzfähigkeit durch Marktintegration, und andere marktkonforme Maßnahmen zur Reduktion der Technologiekosten
- Verbreitung von Wissen, Know-how und ingenieurtechnischen Fähigkeiten zur Einführung und Umsetzung von klimafreundlichen Technologiealternativen, welche sich besonders für Entwicklungsländern eignen
- Beweis der Technologieanwendbarkeit Entwicklungsbedingungen
- Aufbau und Stärkung der örtlich institutio-

Solarthermie kommt nach Rajasthan

nellen Kapazitäten zur Integration klimafreundlicher Alternativen in nationale Energiemarktreformprogramme.

Nur dann, wenn die Ergebnisse der Solarthermikprojekte in Indien, Brasilien, Marokko, Mexiko und Ägypten zeigen werden, daß die GEF Finanzierungsbeiträge das Momentum zur Kommerzialisierung der Technologie wirksam stärken konnten, wird die GEF weitergehende Beiträge zur Verbreitung der Technologie erwägen. Dieser graduelle Ansatz, sowie der Aufbau von Netzwerken zwischen öffentlichen und privaten Akteuren, welche ein strategisches Interesse an der aktiven Solarthermik haben, ermöglicht der GEF ein effizientes Risikomanagement unter angemessener Lastenverteilung.

Die Projektauslegung in Mathania

Die technische Auslegung des Kraftwerkes wurde seit 1994 erarbeitet. Von folgenden Eckwerten ist auszugehen: Das integrierte Solar-Wärmekraftwerk von insgesamt ca. 140 MWe wird eine solarthermische Wärmeelektrische Leistung aus einem Spiegelfeld von etwa 35 MWe haben. Die Kraftwerkskonfiguration des GuD-Kraftwerkes sieht zwei Gasturbinen à 35 MW und eine Dampfturbine mit 70 MW vor. Die Stromerzeugung wird etwa 972 GWh/Jahr betragen, der solare Anteil daran beträgt etwa bis zu 10%. Am Projektstandort gibt es eine jährliche nutzbare Sonnenscheindauer von 2230 3175 Stunden.

Die Stromerzeugung dieses Solarwärmekraftwerkes wird ins Netz eingespeist. Mit seiner Leistung könnte eine mittlere Großstadt von etwa 140.000 Menschen versorgt werden, wobei von einem täglichen Durchschnittsverbrauch von 1kw je Person in einem Entwicklungsland ausgegangen wird. Die Technologie ist eine strategisch bedeutsame Option zur Vermeidung von CO₂-Emissionen.

Im Rahmen des Projekts sind neben Investitionen auch technische Hilfsmaßnahmen vorgesehen, um ein ausreichendes Ausmaß an institutioneller und logistischer Unterstützung für die zukünftige Expansion von Solarthermie zu garantieren. Im besonderen werden finanzielle Mittel für die folgenden Aktivitäten bereitgestellt: Werbung für solartechnologische Neuerungen bei potenziellen Investoren; Programme für die Verbesserung von Betrieb und Wartung; Überwachung und Bewertung des Projekts sowie des gesamten Sonnenenergieprogramms in Indien; Training von Stabsmitgliedern und lokalen Konsulenten.

Projektstandort und globaler Umweltschutz

Indien ist der weltweit sechstgrößte Emittent von CO₂. Ein Drittel der Emissionen werden vom Stromsektor verursacht, der zu etwa 60% Kohle zur Stromerzeugung einsetzt. Indien wird auch in den kommenden Jahrzehnten starkes Wirtschaftswachstum benötigen, um die Lebenssituation der Menschen zu verbessern und die Armut zu reduzieren.

Daher unterstützt die indische Regierung die beschleunigte Entwicklung von Quellen erneuerbarer Energie und räumt ihr im Nationalen Umweltprogramm eine Vorrangstellung ein. Die von der indischen Regierung 1994 erstmals in Auftrag gegebenen Machbarkeitsstudien für ein Solarkraftwerk führten in der Kooperation mit der KfW und GEF.

Als Standort wurde aufgrund einer starken und dauerhaften Sonneneinstrahlung das im indischen Nordwesten gelegene Dorf Mathania im ariden Bundesstaat Rajasthan ausgewählt. Das Mathania-Projekt vermeidet im Vergleich zu einem Steinkohlekraftwerk in 25 Betriebsjahren 13 Mio t CO₂. Dabei betragen die Vermeidungskosten gut US\$ 10 pro vermiedener Tonne CO₂.

Solarthermie kommt nach Rajasthan

Kooperationskonzept:

Neu ist das Kooperationsbündnis bei Finanzierung und Durchführung dieses großen Umweltvorhabens: Das Kraftwerk soll privat betrieben werden. Die Gesamtkosten werden auf DM 430 Mio geschätzt. Die indische Bundesregierung und ihr Bundesstaat Rajasthan haben für den Aufbau des Projekts DM 110 Mio in Form von Krediten, Zuschüssen und Eigenkapital bereitgestellt.

Die GEF wird sich mit bis zu US\$ 49 Mio an der Finanzierung beteiligen. Sie erwartet, daß Mathania einen Anstoß für den Bau weiterer derartiger integrierter Solarkraftwerke geben und den Solarthermikmarkt weltweit anreger wird.

Auf dieser Geschäftsgrundlage beteiligt sich die KfW mit einem Verbundkredit von DM 250 Mio an dem Vorhaben. Die Mittel beider Institutionen, so ist vertraglich zwischen Weltbank/GEF und der KfW vereinbart, werden von der KfW als Projekt-ausführender Institution umeingesetzt. Die KfW ist damit die erste bilaterale Institution, die als sogenannte *executing agency* GEF-Vorhaben im Auftrag der Weltbank durchführt.

Ein weiteres Beispiel der Partnerschaft zwischen der GEF und ihren deutschen Partnern

Ein weiteres Partnerschaftsbeispiel ist eine gemeinsame Studie zur Ermittlung des Kommerzialisierungspotentials von mit Wasserkraftanlagen gekoppelten Photovoltaik (PV) Anwendungen (PV-Hydro). Obwohl die gegenwärtigen Preise für die Installation von PV um ca. 50 % gesenkt werden müssten, um Konkurrenzfähigkeit von PV-Hydro Anwendungen zu garantieren, haben führende private Lieferanten von PV Anlagen unabhängig voneinander bestätigt, daß eine solche Preis-

reduktion realistisch wäre, wenn es der GEF und seinen Partnern durch Markttaggregation mittelfristig gelänge, eine PV Nachfrage von mindestens 500MW pro Jahr zu induzieren. Dieses Absatzpotential wäre ausreichend, um private Investitionen in die industrielle Massenproduktion der PV Technologie zu stimulieren. Nur die mit einer großtechnischen Fließfertigung verbundenen Kostensenkungen könnten zur kommerziellen Tragfähigkeit von PV-Hydro Anlagen führen. Angesichts der Tatsache, das auch in optimistischen Schätzungen davon ausgegangen wird, das PV-Hydro Einzelinvestitionen nur selten über 50MW hinausgehen werden, wäre zur Förderung eines Absatzes von 500MW und den damit verbundener Preisreduktionen die Verknüpfung des Einkaufs von PV Anlagen für eine größere Zahl von Einzelanlagen notwendig.

Sofern die von der KfW im Namen von GEF und BMZ gemeinsam in Auftrag gegebene PV-Hydro Studie nachweisen kann, daß ein solches Marktpotential im Prinzip vorhanden ist, würde die GEF erwägen, eine aktive Rolle als „Markttaggregator“ zu spielen. Neben gezielten Maßnahmen zur Förderung von Käufern, Verkäufern sowie Finanzierungskonsortien, in denen der KfW eine wichtige Rolle zukäme, könnte dies auch die Bereitstellung von innovativen Finanzierungsinstrumenten umfassen, welche auf eine angemessene Verteilung des Investitionsrisikos abzielen und damit den Zugang zu Kapitalmärkten erleichtern. Solche Risikomanagementwerkzeuge sollen GEF Investitionszuschüsse zukünftig weitgehend ablösen.

Angesichts der Tatsache, daß dieser Ansatz im Rahmen der Weiterverfolgung der gemeinsamen Solarthermikaktivitäten ebenso interessant für die Kommerzialisierung von PV-Hydro werden könnte, scheint eine Folgestudie, welche sich mit den Möglichkeiten für die Kommerzialisierung von Solarthermik beschäf-

Solarthermie kommt nach Rajasthan

tigt, als ein nächstes Element in der Partnerschaft zwischen KfW und GEF denkbar.

Im KfW-Pavillon auf dem EXPOgelände (an der EXPO-Plaza im Europahaus) wird das Mathania-Projekt präsentiert.

Kontakte:

GEF: Frank Rittner - Programm Manager (Klima und Ozone) e-mail: frittner@worldbank.org

KfW: Rolf Seifried - Energiesektorspezialist e-mail: rolf.seifried@kfw.de

Die Globale Umweltfazilität ist eine multilaterale Finanzeinrichtung, deren Aufgabe es ist, Entwicklungsländern und Übergangsländern beim Schutz der globalen Umwelt in den folgenden vier Gebieten beizustehen: biologische Artenvielfalt, Klimawechsel, internationale Gewässer und Ozonschwund. Die GEF hat durch die Gewährung von nahezu 3 Milliarden \$ an Zuschüssen und Beschaffung von weiteren 8 Milliarden \$ an Kofinanzierung über 650 Projekte in 140 Ländern finanziert. Diese Programme werden jeweils von UNDP (United Nations Development Program = dem Entwicklungsprogramm der Vereinten Nationen), UNEP (United Nations Environment Program = dem Umweltschutzprogramm der Vereinten Nationen) und der Weltbank durchgeführt.