

MARKTSTUDIE SOLARENERGIE IN INDIEN

Horst Wildemann
Tobias Engelmeier

Marktsituation und
Potenziale

Technologien und
technische Adaption

Wertschöpfungskette
und Marktteilnehmer

Rechtliche und finanz-
wirtschaftliche Situation

Chancen und Risiken für
deutsche Unternehmen

Horst Wildemann, Tobias Engelmeier

Marktstudie

Solarenergie in Indien

Copyright by TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG

1. Auflage 2011

Bibliografische Informationen der Deutschen Bibliothek

Die Deutsche Bibliothek verzeichnet diese Publikation in der Deutschen Nationalbibliografie:

Detaillierte bibliografische Daten sind im Internet über <http://dnb.ddb.de> abrufbar.

Wildemann, Horst; Engelmeier, Tobias:

Marktstudie

Solarenergie in Indien

1. Auflage

München: TCW Transfer Centrum, 2011

ISBN: 978-3-941967-18-2

Publisher: TCW Transfer-Centrum GmbH & Co. KG, München

Titelbild: Raman Nanda

Alle Rechte, auch die der Übersetzung in fremde Sprache, vorbehalten. Kein Teil dieses Werkes darf ohne schriftliche Genehmigung des Verlages in irgendeiner Form, auch nicht zum Zwecke der Unterrichtsgestaltung, reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet werden.

VORWORT

Indien umfasst mit 3,3 Millionen Quadratkilometer den größten Teil Südasiens und ist somit flächenmäßig das siebtgrößte Land der Erde. Damit ist Indien circa zehnmal größer als die Bundesrepublik Deutschland. Das Land besteht aus 28 Bundesstaaten und sieben Union Territories¹. Derzeit ist Indien mit 1,21 Milliarden Einwohnern das zweitbevölkerungsreichste Land der Erde und hat mit einem Durchschnittsalter von 25,3 Jahren eine sehr junge Bevölkerung. Im Jahre 2025 wird Indien Schätzungen zufolge mit voraussichtlich 1,5 Milliarden Einwohnern China als bevölkerungsreichstes Land ablösen. Die indische Wirtschaft ist über die Jahre stetig gewachsen. 2009 erwirtschaftete das Land ein BIP von 3.529 Milliarden USD. Aufgrund der internationalen Finanzkrise lag das Wirtschaftswachstum daher im selber Jahr zwischen 5 % und 6 %, in den vorherigen Jahren betrug die Wachstumsrate durchschnittlich 7 %.

Die wachsende Bevölkerung und der wirtschaftliche Aufschwung erfordern einen riesigen Bedarf an Energie. Abbildung 0-1 zeigt, dass das durchschnittliche Wachstum des Energieverbrauchs in Indien über die Jahre 2005 bis 2008 6,2 % (weltweiter Durchschnitt: 2,3 %) betrug. Indiens wichtigste Ressource zur Energiegewinnung ist Kohle, die jedoch aufgrund der nur unzureichenden lokalen Vorkommnisse und der schlechten Qualität der vorhandenen Kohle zunehmend importiert wird.

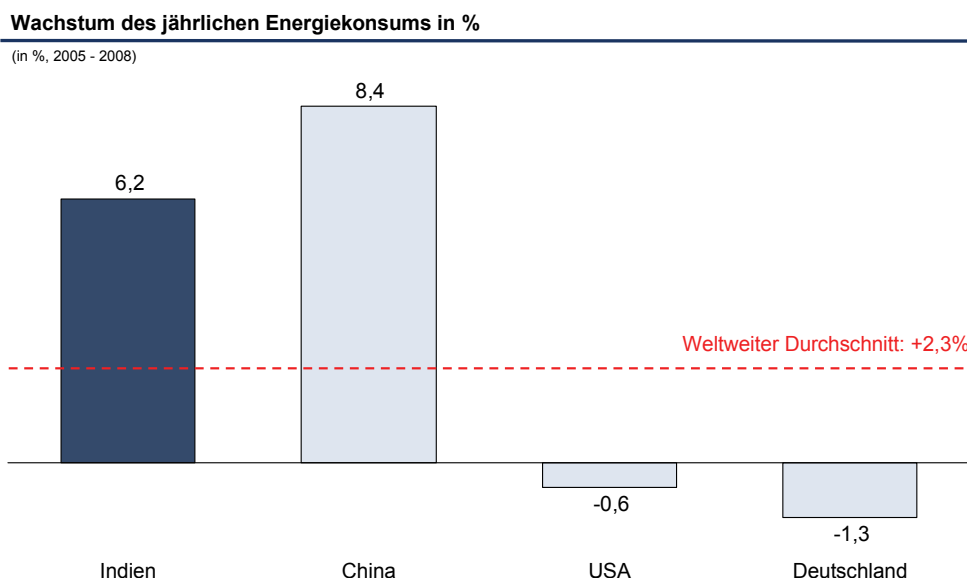


Abbildung 0-1: Wachstum des Energiekonsum in Indien und weltweit

¹ Union Territories sind Gebiete, die der Zentralregierung Neu Delhi direkt unterstellt sind.

Zudem stört die unzureichende Qualität der Energieversorgung das wirtschaftliche Wachstum. Störfaktoren sind unter anderem Netzspannungsschwankungen, Frequenzvariationen, Spikes und Stromausfälle. Die Lücke zwischen der netzgebundenen Nachfrage und dem vorhandenem Stromangebot lag 2010 bei 84 TWh. Dies entspricht etwa 10 % des gesamten Bedarfs. Um den Bedarf zu decken, muss Indien die derzeit installierte Kapazität von 150 GW auf 300 GW bis 2017 verdoppeln.

Die Nutzung von Erneuerbaren Energieressourcen verbessert die Versorgungssicherheit und reduziert die Abhängigkeit von Energieimporten. Des Weiteren bieten Erneuerbare Energieanwendungen im Off-Grid Bereich eine Möglichkeit, auch entlegene ländliche Gegenden mit Energie zu versorgen. Dies ermöglicht die Elektrifizierung von 400 Mio. Indern, die bislang noch keinen Zugang zu Strom haben und die Industrialisierung abgelegener Standorte. Die Verwendung von Erneuerbaren Energien unterstützt dabei auch die ehrgeizigen Ziele der indischen Nationalregierung, Klimaschutzziele zu erreichen. Durch die *Jawaharlal Nehru National Solar Mission* (JNNSM) setzte sich Indien zudem zum Ziel, bis 50 % der Energie durch den Einsatz von Solartechnik zu erzeugen.

Mit Einführung der JNNSM Ende 2009 wird ein starker Anstieg der Binnennachfrage antizipiert. Ziel ist die Installation von mindestens 20 GW (On-Grid) und 2 GW (Off-Grid) bis 2022. Diese Energiemenge soll zu jeweils Hälfte durch Photovoltaik (PV) und Concentrated-Solar-Power (CSP) erbracht werden. Die indische Regierung plant daher einen attraktiven rechtlichen Rahmen mit Subventionen und Einspeisetarifen zu schaffen. Diese Voraussetzungen machen Indien zu einem der wirtschaftlich interessantesten Länder für die Solarenergiebranche.

Der Anteil von Erneuerbaren Energien ist mit circa 1 % noch ausbaufähig und spielt in Indiens zukünftigem Energiemix eine zunehmend wichtigere Rolle. Derzeit werden mehr als 17 GW aus Erneuerbaren Energiequellen erzeugt. Mit 12 GW stammt der größte Teil aus Windenergie, gefolgt von Biomasse und kleiner Wasserkraft, mit jeweils 2,8 GW. Die Solarenergie trägt derzeit 18 MW zur Energieversorgung bei. Die Regierung hat erkannt, dass der konsequente Ausbau von Erneuerbaren Energien dazu verhilft, die ökonomischen und ökologischen Ziele zu erreichen. Dies wurde und wird weiterhin durch die Schaffung eines entsprechenden rechtlichen Rahmens vorangetrieben. Abbildung 0-52 verdeutlicht den geplanten Zuwachs von Erneuerbaren Energien in Indien. Den größten Zuwachs verzeichnet dabei die Solarenergie.

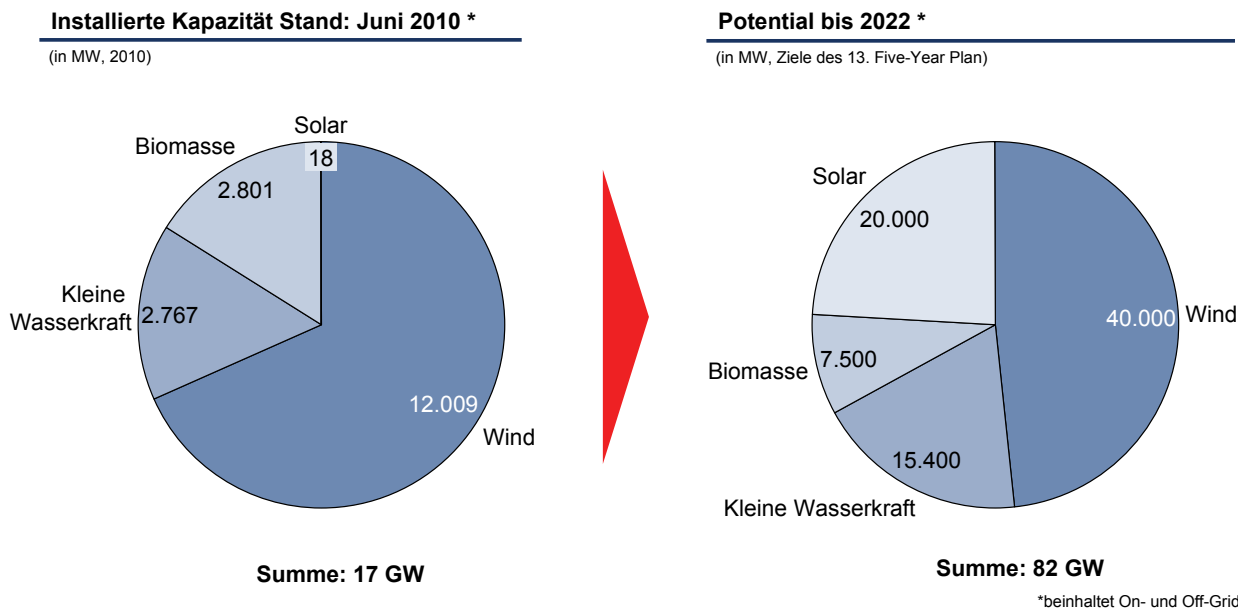


Abbildung 0-52: Vergleich installierter Kapazität und Potenzial von Erneuerbaren Energien in Indien

Solarenergie ist eine wichtige, jedoch derzeit noch wenig genutzte Energieressource in Indien. Die Solarenergie bietet, wie in Abbildung 0-52 ersichtlich, ein enormes Potenzial. Durchschnittlich verfügt das Land über 300 Sonnentage pro Jahr und erhält eine durchschnittliche Strahlung von 200 MW/km². Das *India Energy Portal* schätzt, dass 12,5 % der indischen Landmasse, also 413.000 km², für die Gewinnung von Sonnenenergie genutzt werden könnten. Große Concentrated-Solar-Power-Anlagen (solarthermische Kraftwerke) werden in Indien derzeit noch nicht zur Energiegewinnung verwendet. Es werden allerdings gerade solarthermische Anlagen gebaut. Diese Technologie kann alleine 11.000 TWh pro Jahr generieren. Große Marktpotenziale bieten auch die Photovoltaikdachanlagen auf staatlichen und kommerziellen Gebäuden sowie die Installation von Solar-Water-Heatern.

Um den steigenden Energiebedarf Indiens zu stillen, sind private Investitionen im Energieerzeugungsmarkt in Höhe von 240 Milliarden EUR notwendig. Die indische Regierung verbessert im Bereich der Erneuerbaren Energien ständig die Rahmenbedingungen für internationale Kapitalgeber, wie die JNNSM-Initialisierung zeigt.

Auch wenn in Indien die Solarzellenproduktion hoch ist, fehlt die entsprechende Nachfrage auf dem Binnenmarkt. Der Großteil der produzierten Komponenten und Module wird derzeit noch exportiert. Der indische Markt bietet deutschen Unternehmen aus den Bereichen Erneuerbare Energien und Umwelttechnik eine interessante Expansionsmöglichkeit. Die Geschäftsmöglichkeiten erstrecken sich dabei auf die komplette

Wertschöpfungskette. Aufgrund der sich noch in der Entwicklung befindlichen Rahmenbedingungen, erweist sich der Eintritt in den indischen Markt als Herausforderung, vor allem für kleine und mittlere Unternehmen (KMU). Klare Informationen über die Verhältnisse und Gegebenheiten sind oft nur schwer zu erhalten. Deutsche Unternehmen, die sich in Indien erfolgreich etablieren möchten, benötigen detaillierte und verlässliche Daten und Erfahrungswerte über den indischen Solarmarkt, um zu entscheiden,

- ob der indische Markt für das angebotene Produkt oder die angebotene Dienstleistung relevant ist,
- welche Markteintrittsstrategie verfolgt werden soll,
- wie die Wertschöpfungskette aufgebaut werden muss,
- welche Regionen anvisiert werden,
- welche potenziellen Partner vor Ort zur Verfügung stehen und
- welche rechtlichen und finanziellen Rahmenbedingungen, auch nach Bundesstaat, vorliegen.

Die Marktstudie „Solarenergie in Indien“ gibt Antworten auf die gestellten Fragen. Dabei werden die relevanten gesetzlichen Regelungen und Absatzpotenziale ermittelt sowie die Akteure auf Staats- und Unternehmensebene dargestellt. Ein regelmäßiges Update erhalten Sie auch durch den vierteljährlich erscheinenden India Solar Compass – herausgegeben durch *Bridge to India*.

Diese Studie wurde im Rahmen des Forschungsprojektes „Technologietransfer in Schwellenländer – Bewertungsmodell und Methodenbaukasten für den Technologietransfer in Schwellenländer am Beispiel von dezentralen, regenerativen Energiewandlern für das Schwellenland Indien“ erstellt.

Herzlich danken möchte ich meinen Mitarbeitern Frau Dipl. Kffr. Univ. Julia-Kristin Jarausch und Herrn Dipl.-Kfm. Simon Lorenz für die Durchführung der Marktstudie und Abfassung des vorliegenden Berichts.



Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult. Horst Wildemann

München, Januar 2011

DIE AUTOREN

Horst Wildemann

Univ.-Prof. Dr. Dr. h. c. mult.

Lehrstuhl für Betriebswirtschaftslehre -
Unternehmensführung, Logistik u. Produk-
tion

Technische Universität München



Dr. Tobias Engelmeier

Managing Director

BRIDGE TO INDIA Private Limited
Neu Delhi



Mohit Anand

Consultant

BRIDGE TO INDIA Private Limited
Neu Delhi



Julia-Kristin Jarausch

Dipl. Kffr. Univ.

Technische Universität München



Simon Lorenz

Dipl.-Kfm., MSc in Management,
Diplôme de Grand Ecole

Technische Universität München

INHALTSVERZEICHNIS

VORWORT	I
DIE AUTOREN	V
INHALTSVERZEICHNIS.....	VI
ABBILDUNGSVERZEICHNIS.....	VIII
1 MARKTSITUATION UND POTENZIALE	1
2 TECHNOLOGIEN UND TECHNISCHE LÖSUNGEN.....	8
3 WERTSCHÖPFUNGSKETTE UND BETEILIGTE	14
4 RECHTLICHE UND FINANZWIRTSCHAFTLICHE SITUATION.....	22
5 CHANCEN UND RISIKEN FÜR DEUTSCHE UNTERNEHMEN.....	31
LITERATURVERZEICHNIS.....	32

ABBILDUNGSVERZEICHNIS

Abbildung 0-1: Wachstum des Energiekonsum in Indien und weltweit..... I

Abbildung 0-2: Vergleich installierter Kapazität und Potenzial von Erneuerbaren
Energien in Indien III

Abbildung 1-1: Jährliche Horizontalstrahlung in Indien..... 4

Abbildung 1-2: Kapazitätserweiterungen der Solarenergie in Indien 5

Abbildung 1-3: Potenzial der Solarenergie in Gujarat..... 6

Abbildung 1-4: Potenzielle Einsatzorte von Solarenergie in Gujarat 7

Abbildung 2-1: Technologiebeschreibung Photovoltaik..... 9

Abbildung 2-2: Technologiebeschreibung Solarthermie 10

Abbildung 2-3: Technologiebeschreibung solarthermisches Kraftwerk 13

Abbildung 3-1: Wertschöpfungskette zur Photovoltaiktechnik..... 14

Abbildung 3-2: Detaillierter Aufbau der Wertschöpfungsstufen zur Photovoltaik. 15

Abbildung 3-3: Kostenstruktur Photovoltaik..... 16

Abbildung 3-4: Deutsche Unternehmen im Bereich der Solartechnik (Auszug)... 17

Abbildung 3-5: Deutsche Unternehmen im Bereich der Dünnschichttechnik
(Auszug)..... 18

Abbildung 3-6: Detaillierter Aufbau der Wertschöpfungsstufen zu Concentrated-
Solar-Power..... 19

Abbildung 3-7: Kostenstruktur der Concentrated-Solar-Power-Technologie
(Wassererwärmung)..... 20

Abbildung 3-8: Beispiel für die Kostenstruktur eines 1 GW Concentrated-Solar-
Power-Kraftwerkes 20

Abbildung 4-1: Übersicht über bundesstaatliche Förderprogramme 27

Abbildung 4-2: Gujarat Solarpolitik 28

Abbildung 4-3: Beispiel – Förderprogramm Gujarat 28

Abbildung 4-4: RPOs – definiert durch die CERC 30

1 MARKTSITUATION UND POTENZIALE

Solarenergie hat bisher eine untergeordnete Rolle in Indiens Energiemix gespielt. Indien zählt jedoch zu den Ländern mit den meisten Sonnentagen weltweit. Dennoch steht die Nutzung von Solarenergie noch am Anfang. Seit zehn Jahren treibt Indien den Ausbau alternativer Energien kontinuierlich voran. Ziel ist es, durch staatliche Förderprogramme und fiskalische Anreize für Investoren aus dem Ausland, den Anteil der Erneuerbaren Energien bis 2012 auf 10 % zu erhöhen. Dies bedeutet einen erheblichen Kapazitätsausbau in den nächsten fünf Jahren. Auch der Ausbau der Solarenergie soll einen wesentlichen Beitrag dazu leisten.²

Aktuelle Marktsituation

Enorme Einsatzmöglichkeiten für Solaranlagen bieten sich vor allem in den ländlichen Gebieten. In diesen Regionen konzentrieren sich nach Einschätzung der *Indian Renewable Energy Development Agency (IREDA)* etwa 90 % des Potenzials an Erneuerbaren Energien. Drei Viertel der indischen Bevölkerung lebt derzeit noch in ländlichen Gegenden. Zudem ist bisher nur rund die Hälfte dieser Haushalte an das Stromnetz angeschlossen. Solarenergie ist daher ein entscheidender Faktor bei der ländlichen Elektrifizierung aufgrund der exzellenten dezentralen Einsatzmöglichkeiten. Photovoltaikanlagen bieten sich (angesichts der unzuverlässigen Stromversorgung in Indien) auch als geeignetes Back-up-System an.

Die am 23. November 2009 verkündete JNNSM soll Indien zu einem Weltmarktführer im Bereich Solarenergie machen. Bis 2022 sollen in drei Phasen insgesamt 20 GW netzgebunden installiert werden. Zudem sollen 2 GW an netzunabhängigen Solaranlagen errichtet werden. Die JNNSM sieht einen Ausbau der Solarkapazität (Photovoltaik und Concentrated-Solar-Power) in drei Phasen vor:³

- Phase 1 (2010 bis 2013): 1.000 MW (On-Grid), 200 (Off-Grid) und 100 MW (Small-Grid).
- Phase 2 (2013 bis 2017): 3.000 - 10.000 MW (On-Grid) und 1.000 MW (Off-Grid).

² Vgl. MNRE (2010a).

³ Vgl. MNRE (2010b), S. 3ff.

- Phase 3 (bis 2022): 20.000 MW (On-Grid) und 2.000 (Off-Grid).

Im Juni 2010 summierte sich die installierte Kapazität (On- und Off-Grid) auf 15,2 MW und bestand ausschließlich aus Photovoltaik. 20 % der Kapazität wurde von Off-Grid-Anlagen beigesteuert. Die netzgebundene Kapazität erhöhte sich im Dezember 2010 auf 24 MW (alles Photovoltaik). Davon wurden 6 MW in Karnataka, 5 MW in Tamil Nadu, 5 MW in Gujarat, 2 MW im Punjab, 2 MW im West Bengal, 2 MW in Maharashtra und 2 MW in Delhi installiert.⁴ Landesspezifische Programme sind dabei unabhängig von der JNNSM zu sehen.

Zudem gewinnt Indien als Fertigungsstandort an Bedeutung. Bereits 2007 wurde die Semiconductor Policy verabschiedet. Diese Richtlinie räumt Herstellern von Solarzellen und -modulen, die eine Fertigung in Indien errichten wollen, eine Reihe von Steuer- und Zollvergünstigungen ein.⁵

Bisher wird in Indien die solare Warmwasseraufbereitung (Solar-Water-Heating) und die Photovoltaik eingesetzt. Concentrated-Solar-Power wird bisher noch nicht genutzt, um Strom zu erzeugen.

Der indische Markt bietet eine Vielzahl an Anwendungsmöglichkeiten für die Solarenergie, was große Geschäftspotenziale für deutsche Firmen darstellt. Im Gegensatz zu anderen Märkten wird der Hauptteil der bereits vorhandenen Solarenergie ohne Anschluss an das Versorgungsnetz verwendet.⁶ Wesentliche Differenzierungsmerkmale sind Anlagen zur unabhängigen Versorgung von Verbrauchern ohne Netzzugang und Anlagen, die am Netz angeschlossen werden.⁷

Folgende Anwendungsformen sind möglich:

- Dezentrale Energieversorgung in netzfernen Gebieten.
- Stromerzeugung in großem Umfang durch netzgebundene Photovoltaik- und Concentrated-Solar-Power-Kraftwerke und Einspeisung in das Stromnetz.
- Einführung von Roof-Top-Anwendungen mit der Möglichkeit in das Netz einzuspeisen (sowohl auf privaten als auch auf öffentlichen Gebäuden).

⁴ Vgl. BRIDGE TO INDIA (2011), S. 1.

⁵ Vgl. GTAI (2007), S. 1.

⁶ Vgl. PV GROUP (2009), S. 9.

⁷ Vgl. MNRE (2009) und PV GROUP (2009), S. 5.

- Vermeidung von enormen Übertragungsverlusten und Absicherung von Versorgungsdefiziten durch dezentrale Installation der Anlagen in der industriellen Anwendung.
- Solar-Home-Systeme (insbesondere Solar-Water-Heating) sind dezentral für private Kleinverbraucher von Bedeutung und werden teilweise von den Regierungen einzelner Bundesstaaten gefördert.
- Photovoltaikmodule für die Versorgung der Netzinfrastruktur des Telekommunikationsmarktes.
- Solarenergie zum Betreiben von Wasserpumpen in der Landwirtschaft. Elektrische Wasserpumpen haben zurzeit einen Anteil von 10-15 % am gesamten Stromverbrauch und werden subventioniert. Aufgrund des hohen Stromdefizits wird der Austausch von herkömmlichen Pumpen durch solarbetriebene Geräte durch die indische Regierung gefördert.
- Ausbau der öffentlichen Straßen- und Verkehrsbeleuchtung durch Solarenergie (z. B. Solar-Straßenlampen).

Marktpotenzial

Ein weltweiter Vergleich zeigt, dass Indien ein besonders hohes Potenzial (gemessen in kWh/kWp) hat. Unternehmen aus der ganzen Welt drängen auf den indischen Solarmarkt. Bis zum Auslaufen der JNNSM, also bis zum Jahr 2022, wird dieser auf 3.500 Milliarden INR (55 Milliarden Euro) geschätzt und hat damit das größte potentielle Marktvolumen weltweit. Es folgen Bundesstaaten der USA, sowie Spanien, Italien, Australien, China, Japan und Deutschland.

Durchschnittlich scheint in Indien die Sonne an etwa 300 Tagen im Jahr, mit einer durchschnittlichen Einstrahlung von 200 MW/km^2 . Berechnungen der indischen Regierung schätzen das Gesamtpotenzial der Solarenergie auf 600 GW. Dieser Wert ist viermal größer als die gegenwärtige gesamte Stromerzeugungskapazität aller Energieformen des Landes, die sich zurzeit auf rund 153 GW belaufen.⁸ Somit verfügt Indien über herausragende Grundvoraussetzungen zur Erzeugung von Strom aus Sonnenkraft.

⁸ Vgl. BRIDGE TO INDIA, NISHITH DESAI ASSOCIATES (2010), S. 113ff.