



# Energiepolitische Rahmenbedingungen für Strommärkte und erneuerbare Energien

## 21 Länderanalysen

Eschborn, Juni 2004

**Teilstudie Jemen**



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

im Auftrag des:



Bundesministerium für  
wirtschaftliche Zusammenarbeit  
und Entwicklung

# Energiepolitische Rahmenbedingungen für Strommärkte und erneuerbare Energien

## 21 Länderanalysen

Eschborn, Juni 2004

**Herausgeber:**

Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
Abteilung Umwelt und Infrastruktur  
Postfach 5180  
65726 Eschborn  
Internet: <http://www.gtz.de>

**Redaktion:**

Dr. Jens Drillisch  
Tel. +49 (0)6196 79-1380  
E-Mail: [jens.drillisch@gtz.de](mailto:jens.drillisch@gtz.de)

**Autoren:**

Dipl.-Ing. Detlef Loy (verantwortlich),  
LOY ENERGY CONSULTING, Berlin; [www.loy-energy-consulting.de](http://www.loy-energy-consulting.de),  
Dipl.-Ing. Hinnerk Fütterer, Dipl.-Wirtschaftsgeograph Patrick Jüttemann, Dr. Danyel Reiche

**Gestaltung:**

Open Ffm., [www.open-agentur.de](http://www.open-agentur.de)  
Verena Siebert

## Hintergrund zur Neuauflage der Studie

In vielen Entwicklungs- und Transformationsländern hat sich der Strukturwandel im Energiebereich, verbunden mit der Liberalisierung der entsprechenden Märkte, in den vergangenen Jahren fortgesetzt. Wachsender Strombedarf sowie die Klimadiskussion erhöhen das Interesse in den Ländern an Technologien zur Stromerzeugung auf Basis erneuerbarer Energieträger.

Auch außerhalb Europas wird der rasante Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland mit Interesse verfolgt: Die Erfahrungen hier zeigen, dass durch Schaffung von politisch-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und gezielten Fördermaßnahmen die Nutzung erneuerbarer Energien beschleunigt werden kann.

Der deutsche und europäische Markt ist Motor und unverzichtbarer Erfahrungshintergrund für eine arbeitsteilig differenzierte Windbranche. Aber das Branchenwachstum innerhalb von Deutschland hat sich verlangsamt. Der Blick der Projektentwickler richtet sich daher verstärkt auf den Offshore-Bereich, das europäische Ausland und die Mittelmeerstaaten. Auch die Märkte für Technologien auf Basis von anderen erneuerbaren Energieträgern sehen sich wachsendem Interesse gegenüber. Zwar werden die Potenziale für Wasserkraft, Wind- und Sonnenenergie, Biomasse und Geothermie in Entwicklungs- und Schwellenländern oftmals als hoch eingeschätzt, aber Hindernisse für den Einstieg bilden u.a. mangelnde Kenntnis der energie-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und eine unzureichende Transparenz der Vorerfahrungen und Interessenlagen der nationalen Akteure.

Diesen Einstieg will auch diese dritte, aktualisierte und erweiterte Neuauflage unter neuem Titel erleichtern. Sie basiert auf den Voraufgaben der Jahre 1999 und 2002, die unter dem Titel „Stromproduktion aus erneuerbaren Energien: Energiewirtschaftliche Rahmenbedingungen in 15 (bzw. 12) Entwicklungs- und Schwellenländern“ erschienen. Nicht nur von Lieferanten und Projektentwicklern sondern auch von Finanzierungsinstitutionen und Betreiber-gesellschaften wurden diese Studien stark nachgefragt.

Die Analysen der einzelnen Länder umfassen neben Abschnitten zu den jeweiligen Elektrizitätsmärkten und ihren Akteuren Informationen zu den energiepolitischen Rahmenbedingungen. Die Förderpolitik für Stromerzeugung aus regenerativen Energieträgern wird untersucht und der Status der einzelnen erneuerbaren Energieträger detailliert analysiert. Die Länderkapitel werden durch Informationen zur Ländlichen Elektrifizierung abgerundet.

Im Vergleich zur Auflage von 2002 wurden elf Länder neu aufgenommen. Für zehn weitere Länder wurden die Informationen aktualisiert:

Neu gegenüber 2002		Aktualisierung	
Albanien	Pakistan	Brasilien	Kolumbien
Bosnien-Herzegowina	Philippinen	Chile	Marokko
Georgien	Senegal	China	Mexiko
Jamaika	Sri Lanka	Dom. Republik	Südafrika
Jemen	Vietnam	Indien	Tunesien
Kroatien			

Informationen zu Argentinien, Jordanien, Kasachstan, Kuba und zur Türkei finden sich in der Auflage 2002. Eine Analyse der Länder Ägypten, Indonesien und Thailand wurde in der Auflage 1999 vorgenommen. Die Voraufgaben stehen elektronisch unter [www.gtz.de/wind/deutsch/downloads.html](http://www.gtz.de/wind/deutsch/downloads.html) kostenlos zur Verfügung.

Für die Unterstützung bei der Zusammenstellung der Informationen sei einer Vielzahl von GTZ-Mitarbeiterinnen und -Mitarbeitern sowie weiteren Experten und Expertinnen gedankt.

Eschborn, Juni 2004

## Rechtlicher Hinweis

1. Die in dieser Studie verwandten Daten basieren sowohl auf öffentlich zugänglichen Informationsquellen (Publikationen, Fachartikel, Internetdarstellungen, Konferenzpapieren etc.) als auch nicht öffentlichen Papieren (z.B. internen Gutachten von Förderinstitutionen) sowie persönlichen Befragungen von Fachleuten (z.B. Beamten der Energieministerien der untersuchten Länder, Projektmitarbeitern von Förderinstitutionen). Obwohl alle Informationen, soweit möglich, überprüft wurden, können Fehler nicht ausgeschlossen werden. Weder die GTZ noch die Autoren übernehmen daher eine Garantie für die Richtigkeit der in dieser Studie enthaltenen Daten; jegliche Haftung für etwaige Schäden, die durch eine Verwendung der in dieser Studie enthaltenen Daten entstehen, ist ausgeschlossen.

2. Ausschließlicher Nutzungsberechtigter dieser Studie für alle Nutzungsarten ist die GTZ. Die vollständige und auszugsweise Vervielfältigung (einschließlich der Übertragung auf Datenträger) und Verbreitung zu nicht kommerziellen Zwecken ist gestattet, sofern die GTZ und das TERNA-Windenergieprogramm als Quelle genannt werden. Sonstige Nutzungen, einschließlich der vollständigen oder auszugsweisen Vervielfältigung oder Verbreitung zu kommerziellen Zwecken, bedürfen der vorherigen schriftlichen Zustimmung der GTZ.

## Windenergieprogramm TERNA

Es bedarf besonderer Kenntnisse und Erfahrungen, um die Ressourcen an Windenergie eines Landes zu bestimmen und geeignete Standorte zu finden. Ohne konkrete Informationen über die Windverhältnisse sind keine technischen und wirtschaftlichen Analysen von Windkraftprojekten möglich. Diese aber bilden die Grundlage für die Finanzierung und letztlich für die erfolgreiche Realisierung eines Windparks.

Um Partner in Entwicklungs- und Schwellenländern bei der Planung und Entwicklung von Windkraftprojekten zu unterstützen, führt die GTZ das Windenergieprogramm TERNA (Technical Expertise for Renewable Energy Application) im Auftrag des Bundesministeriums für wirtschaftliche Zusammenarbeit und Entwicklung (BMZ) durch. Seit 1988 sollen im Rahmen von TERNA zum einen die Grundlagen für fundierte Investitionsentscheidungen gelegt werden und zum anderen die Partner befähigt werden, künftig weitere Windkraftprojekte zu planen und zu entwickeln.

Partner des Windenergieprogramm-TERNA sind Institutionen in Entwicklungs- und Schwellenländern, die an einer kommerziellen Nutzung der Windkraft interessiert sind: z.B. Ministerien oder staatliche Institutionen, die das Mandat haben, BOT-BOO-Projekte zu entwickeln, staatliche oder private Energieversorger (EVU) und private Unternehmen (Independent Power Producers).

TERNA bietet seinen Partnern Know-how und Erfahrung: Um Windkraftprojekte zu initiieren, müssen günstige Standorte erkannt und deren Windenergiepotenzial ermittelt werden. Dazu werden Windmessungen i.d.R. über einen Zeitraum von mindestens zwölf Monaten durchgeführt und Windgutachten erstellt. Liegen Erfolg versprechende Windgeschwindigkeiten vor, folgen Projektstudien zur technischen Auslegung und zur Wirtschaftlichkeit. Auch in Finanzierungsfragen berät TERNA die Partner und schließt so die Lücke zwischen potenziellen Investoren und Finanzierungsangeboten nationaler und internationaler Geber. Bei Bedarf können CDM-Baseline-Studien erstellt und potenzielle Betreiber beim Aufbau einer effizienten Betreiberstruktur beraten werden. Zur Erzielung eines möglichst hohen Know-how-Transfers wird eine Zusammenarbeit zwischen internationalen und lokalen Fachkräften z.B. bei der Erstellung der Studien angestrebt.

Im Erfolgsfall initiiert TERNA auf diese Weise investitionsreife Windparkprojekte. An der Finanzierung selbst beteiligt sich TERNA nicht. Neben diesen an konkrete Standorte gebundenen Aktivitäten berät TERNA die Partner bei der Schaffung von geeigneten Rahmenbedingungen für die Förderung erneuerbarer Energieträger.

Voraussetzung für die Förderung durch das Windenergieprogramm TERNA ist, dass die Projektentwicklung eine Aussicht auf Realisierung hat: Wenn die Rahmenbedingungen auf dem Elektrizitätssektor hinreichend günstig sind, das vorgeschlagene Windparkprojekt eine Mindestgröße von rund 20 MW hat und in einem windhöffigen Gebiet (erwartete Windgeschwindigkeiten im Jahresmittel mehr als 6 m/s in 10 m Höhe über dem Boden) liegt. Kleine Einzelanlagen und dezentrale Wind-Diesel-Systeme können in der Regel keine Förderung erhalten, ebenso wenig Forschungsprojekte.

Bis 2004 wurde TERNA in mehr als zehn Ländern weltweit aktiv. In Kolumbien wurde mit Hilfe des TERNA- Programms Ende 2003 der erste Windpark in Betrieb genommen. Die Stadtwerke von Medellín errichteten den 19,5-MW-Jepírachi-Windpark auf der Halbinsel Guajira mit einem Gesamtinvestitionsvolumen von rund 27 Millionen Euro. Die durch den Windpark bis 2012 eingesparten 800 000 Tonnen Kohlendioxid werden verbrieft und an den Prototype Carbon Fund (PCF) verkauft, was einen zusätzlichen Erlös von rund 3,2 Millionen Euro für den Investor bedeutet.

Die TERNA-Vorhaben werden nicht aus den Länderquoten finanziert, die die Bundesregierung mit den einzelnen Partnerländern vereinbart. Aus der Sicht eines Partnerlandes bietet TERNA also zusätzliche Mittel für Windenergie.

Weitere Informationen zum TERNA-Windenergieprogramm der GTZ, dem Antragsverfahren etc. finden Sie unter [www.gtz.de/wind](http://www.gtz.de/wind) oder direkt bei:

Deutsche Gesellschaft für Technische  
Zusammenarbeit (GTZ) GmbH  
Postfach 5180  
65726 Eschborn

**Dr. Jens Drillisch**

Tel. +49 (0)6916 79-1380  
Fax +49 (0)6916 7980-1380  
E-Mail: [jens.drillisch@gtz.de](mailto:jens.drillisch@gtz.de)

**Dr. Rolf Posorski**

Tel. +49 (0)6916 79-1352  
Fax +49 (0)6916 7980-1352  
E-Mail: [rolf.posorski@gtz.de](mailto:rolf.posorski@gtz.de)

**Dr. Jasper Abramowski**

Tel. +49 (0)6916 79-1760  
Fax +49 (0)6916 7980-1760  
E-Mail: [jasper.abramowski@gtz.de](mailto:jasper.abramowski@gtz.de)

# Inhaltsverzeichnis

Hintergrund zur Neuauflage der Studie  
Windenergieprogramm TERNA

## **Lateinamerika – Karibik**

Brasilien  
Chile  
Dominikanische Republik  
Jamaika  
Kolumbien  
Mexiko

## **Afrika**

Marokko  
Senegal  
Südafrika  
Tunesien

## **Europa – Kaukasus**

Albanien  
Bosnien und Herzegowina  
Georgien  
Kroatien

## **Asien – Pazifik**

China  
Indien  
Jemen  
Pakistan  
Philippinen  
Sri Lanka  
Vietnam

# Jemen

## Jemen

### Elektrizitätsmarkt

Der staatliche Versorger „Public Electricity Corporation – PEC“ betreibt 50 einzelne Erzeugungsanlagen, drei davon mit Dampfturbinen, die mit Öl gefeuert werden. Alle anderen Anlagen sind Dieselgeneratoren, rund 40 davon werden in Inselnetzen betrieben. Die Dampfturbinen (in Ras Kanatib nahe Al-Hodeidah, in Al-Mukha und in Hiswa nahe Aden) haben eine gesamte Kapazität von 450 MW, die Dieselgeneratoren im Netzverbund zusammen mehr als 200 MW und die netzfernen Dieselgeneratoren 235 MW. Der Beitrag der netzgekoppelten Dieselgeneratoren zur Stromerzeugung liegt allerdings wesentlich niedriger. Zahlreiche Anlagen – auch mit größerer Leistung – stehen aufgrund von Ausfällen und Reparaturen nur zeitweilig zur Verfügung, sodass die Verfügbarkeit insgesamt nur bei etwa 60% liegt.

Neben PEC betreiben u.a. Kommunen sowie insbesondere industrielle und gewerbliche Eigenerzeuger weitere Erzeugungskapazitäten. Die gesamte installierte Leistung aller Erzeugungssektoren betrug 1.234 MW in 1998.

Die augenblickliche Erzeugungskapazität ist weit von dem Bedarf entfernt, sodass in vielen Städten Stromausfälle zum Alltag gehören. Das Energieministerium schätzt den Bedarf neuer Kraftwerke bis 2020 auf etwa 1.650 MW.

### Stromerzeugung

Die Brutto-Stromerzeugung von PEC betrug in 2003 mehr als 4.000 GWh und ist auch in den letzten Jahren stark gewachsen. Die Spitzenlast dürfte derzeit bei etwa 700 MW liegen.

	2000	2001	2002	2003
Brutto-Stromerzeugung (GWh)	3.387	3.654	3.813	4.090
Netto-Stromerzeugung (GWh)	3.130	3.380	3.539	3.809
Stromverkauf an Endverbraucher (GWh)	2.079	2.244	2.477	2.736
Verluste (technisch und nicht technisch) in %	31,3	31,4	27,4	26,3
Durchschnittliche Einnahmen (Rial/kWh)	9,2	10,9	11,9	12,2
Kostendeckende Tarife (Rial/kWh)	13,9	16,7	17,8	18,1

Tab. 47: **Stromerzeugung und -verkauf, Verluste und Stromtarife; Jemen; 2000–2003; GWh, %, Rial/kWh**

### Übertragungsnetz

Das von PEC betriebene Übertragungsnetz versorgt vor allem den westlichen Teil des Landes, während ausgedehnte Gebiete in den östlichen Provinzen nicht von der zentralen Versorgung erreicht werden. Eine Hochspannungstrasse von 132 kV und etwa 2.000 km Länge verbindet die Regionen um Sana'a mit Aden im Süden, wobei sie das bevölkerungsreiche Hochland in Längsrichtung durchzieht. In diese Leitung werden allerdings nur insgesamt 580 MW eingespeist, die auch nur zu 60% zur Verfügung stehen. Eine weitere Hauptleitung verbindet die Seehäfen von Hodeidah und Al-Mukha mit Sana'a und Taizz und verläuft parallel zur Küste des Roten Meeres. Eine weitere kurze und separate Hochspannungstrasse existiert in der Nähe von Al-Mukalla am Golf von Aden.

Neue Übertragungsleitungen von 400 kV, die das Netzwerk nach Osten und Norden erweitern würden, befinden sich in der Planung. Es ist jedoch gegenwärtig nicht abzusehen, ob diese Verlängerungen wirklich vorgenommen werden. Eine Erweiterung in Richtung Marib ist noch am wahrscheinlichsten, da sich in dieser Region ein 300- bis- 400-MW-Gaskraftwerk in der Planung befindet.

### Stromverbrauch und Verluste

Der Stromverbrauch ist in den 1990er Jahren mit einer durchschnittlichen Rate von mehr als 6% pro Jahr gewachsen. Aufgrund der geringen Industrialisierung des Landes konzentriert sich der Verbrauch wesentlich auf die (städtischen) Haushalte und den Handel. Trotz der hohen Wachstumsraten beim Bedarf ist der Pro-

Kopf-Verbrauch mit unter 150 kWh jährlich sehr niedrig. Grund ist das niedrige Einkommen der Bevölkerung sowie die große Anzahl von Haushalten, die bislang ohne regelmäßige Stromversorgung auskommen müssen. Der Stromverbrauch konzentriert sich demzufolge weitestgehend auf die Ballungszentren um Sana'a, Aden, Hodeidah und Taizz.

Bei einer relativen Reduzierung der Verluste in den letzten Jahren haben sich die absoluten Strommengen, die ohne Einnahmen blieben, kaum verändert. Zu hohen technischen Verlusten kommen finanzielle Ausfälle aufgrund von Diebstählen oder Zahlungsverweigerung. Insgesamt liegen die Verluste derzeit noch bei mehr als 26%.

### Tarifsystem

Das Tarifsystem ist für Haushalte progressiv gestaltet. Zusätzlich sind Grundgebühren zu zahlen, die z.B. für Haushalte mit einphasiger Stromzuführung 200 Rial/ Monat (ca. 0,9 €) betragen. Verbraucher, die Strom auf Hochspannungsebene beziehen, müssen ergänzend Leistungspreise zahlen.

	Tarif (Rial/kWh)
<b>Haushalte (Stadt)</b>	
1-200 kWh	4
201-350 kWh	7
351-700 kWh	10
> 700 kWh	17
<b>Haushalte (Land)</b>	
1-100 kWh	7
> 100 kWh	17
<b>Industrie</b>	15
<b>Gewerbe</b>	18
<b>Staatl. Einrichtungen</b>	18

Tab. 48: PEC-Stromtarife nach Abnehmergruppe; Jemen, ab August 2001; Rial/kWh

Ländliche Konsumenten bezahlen einen weit höheren Preis als städtische Kunden. Verglichen mit den meisten Kommunen mit Selbstversorgung, die etwa 20 Rial/ kWh (9 €-ct) von ihren Abnehmern verlangen, ist der PEC-Tarif jedoch niedrig. Aufgrund der Tarifstruktur, der relativen Attraktivität niedriger Dieselpreise und der negativen Auswirkungen durch tägliche Stromausfälle hat sich in den letzten Jahren eine Reihe von kommer-

ziellen und industriellen Konsumenten für eine Eigenversorgung entschieden.

Im Mittel lagen die Stromtarife der PEC-Kunden in 2003 bei 12,2 Rial/kWh und damit immer noch weit unter dem zur Kostendeckung notwendigen Niveau, das um etwa 50% höher liegt. Die Differenz wird derzeit direkt aus dem Staatshaushalt beglichen. Ein besonderes Problem stellt die schlechte Zahlungsmoral dar, die auch Regierungsstellen und -einrichtungen betrifft.

### Marktakteure

Der jemenitische Stromsektor setzt sich aus vier unterschiedlichen Segmenten zusammen:

- öffentlicher Sektor, der durch die staatliche Public Electricity Corporation (PEC) bedient wird,
- Eigenversorgung von Kommunen, die in der Vergangenheit durch ein staatliches Förderprogramm (GAREW) unterstützt wurde,
- eigenfinanzierte Stromerzeugung bei industriellen und kommerziellen Unternehmen;
- private Haushalte und unabhängige Stromversorgung von Regierungsgebäuden mit eigenen Dieselgeneratoren.

### PEC

PEC ist ein vertikal integriertes Versorgungsunternehmen, das die meisten größeren Städte und Zentren im Jemen bedient. Sie entstand aus der Verschmelzung zweier unabhängiger öffentlicher Stromversorger nach der Vereinigung von Nord- und Südjemen. PEC betreibt außer den wesentlichen Erzeugungsstätten auch das Verbundnetz sowie mehrere isolierte Versorgungssysteme in ländlichen Regionen.

Niedrige Stromtarife haben in der Vergangenheit zu einem finanziellen und technischen Kollaps des Erzeugungssektors geführt. PEC musste substanzielle und steigende Betriebsverluste verkraften, nachdem die Versorgungsunternehmen im Süden und Norden des Landes in 1991 vereinigt wurden. Nicht ausreichende finanzielle Mittel erschwerten den Ankauf von Ersatzteilen und führten zu ausbleibenden Investitionen in Modernisierung und Ausweitung von Anlagen. Die meisten erforderlichen

Investitionsaufwendungen wurden vom Staat finanziert. In der Konsequenz sank die Versorgungsqualität so weit, dass Stromausfälle, Lastabwurf und erhebliche Spannungsschwankungen an der Tagesordnung sind. Die Elektrifizierung ländlicher Regionen erfolgte nur zum Teil, wobei mehr als die Hälfte der Versorgung durch Kooperativen, den Privatsektor und Eigenerzeugung sichergestellt wird.

## Gesetzliche Rahmenbedingungen

Die Umsetzung eines umfassenden Reformprogramms im Stromsektor befindet sich seit 1997 auf dem Weg, hat allerdings bislang nur wenig substantielle Veränderungen hervorgebracht. Die Bemühungen der Regierung konzentrierten sich in den letzten Jahren vor allem auf eine Verbesserung der Effizienz durch Verringerung der hohen Verluste und eine finanzielle Stärkung der PEC durch tarifliche Anpassungen und eine Verbesserung des Inkassos. Mehrere Reformansätze wurden in den letzten Jahren geprüft, die auch eine Privatisierung eines Teils der staatlichen Stromversorgung in Betracht zogen. Grundsätzlich ist eine Beteiligung des Privatsektors im Bereich der Stromerzeugung zur öffentlichen Versorgung möglich und ausdrücklich gewünscht, allerdings konnte bislang noch kein derartiges Vorhaben realisiert werden. Vorschläge für ein neues Elektrizitätsgesetz und ein Reformumsetzungsprogramm wurden dem Kabinett zur Beratung zugeleitet und befinden sich gegenwärtig in ministeriellen Ausschüssen in der Diskussion.

### Clean Development Mechanism

Jemen hat die Klimarahmenkonvention im Februar 1996 ratifiziert und im Oktober 2001 einen nationalen Klimaschutzreport vorgelegt. Dem Kyoto-Protokoll ist das Land bislang nicht beigetreten, sodass vorläufig auch kein Emissionshandel im Rahmen des CDM möglich ist.

## Förderpolitik für Stromerzeugung aus erneuerbaren Energieträgern

Im Ministerium für Energie und Wasser (MEW) wurde 1991 eine Abteilung für erneuerbare Energien eingerichtet. Mit einer Kabinettsresolution zur Elektrizitätsstrategie 1999 (Nr. 199) wurden MEW und PEC aufgefordert, sich verstärkt um die Entwicklung und den Einsatz erneuerbarer Energien zu kümmern. In diesem Zusammenhang wurde in 2002 unter anderem ein Fonds zur Initiierung ländlicher Elektrifizierungsprojekte auf der Basis von erneuerbaren Energien eingerichtet und der Abteilung für erneuerbare Energien unterstellt. Eine erste Ausschreibung zur Lieferung von 80 PV-Systemen zur Stromversorgung von Haushalten sowie zum Wasserpumpen und drei kleinen Windgeneratoren für die ländliche Elektrifizierung eines Dorfes in der Region Abyan wurde in 2003 vorgenommen. Zudem hat das MEW in 2003 den Versorger PEC angewiesen, mindestens 10% des jährlichen Budgets für die ländliche Elektrifizierung in Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien zu investieren. Damit stehen gegenwärtig mehr als 1 Mio. US-\$ pro Jahr für diese Anwendungen zur Verfügung.

Im Jahr 2003 wurde ein neues Ministerium für Elektrizität (Ministry of Electricity - MoE) gegründet. Es ging inklusive der Abteilung für erneuerbare Energien aus dem Ministerium für Wasser und Elektrizität hervor.

In jüngerer Zeit sind auch das Tourismusministerium sowie im Rahmen von Klimaschutzaktivitäten die Umweltschutzbehörde in der Verbreitung von Technologien zur Nutzung erneuerbarer Energien aktiv geworden.

In Vorbereitung befindet sich die Einrichtung eines „Nationalen Rates für Erneuerbare Energien“, dem Ministerien, der Versorgungssektor, wissenschaftliche Einrichtungen, der Privatsektor und Nichtregierungsorganisationen angehören sollen.

### Internationale Projekte

Im Rahmen ihres Energy Sector Management Assistance Programme (ESMAP) führt die Weltbank gegenwärtig eine Studie zur Entwicklung einer ländlichen Energiestrategie zur Armutsbekämpfung durch. Im Rahmen dieses Vorhabens wird auch die Möglichkeit

des Einsatzes erneuerbarer Energien unter die Lupe genommen. Das mit 200.000 US-\$ ausgestattete Vorhaben soll in 2005 abgeschlossen sein.

In 2001 veröffentlichte das Economical and Social Committee for West Asia (ESCWA) eine Studie unter dem Titel „Potentials and Prospects of Electricity Generation using Renewable Energy Sources“. Die Untersuchung widmete sich insbesondere den wirtschaftlichen Bedingungen für eine verstärkte Nutzung von Photovoltaik im ländlichen Raum.

Zur Entwicklung eines Wind- und Solaratlas sowie zur fachlichen Stärkung der Abteilung für erneuerbare Energien im MEW und zur Ausgestaltung geeigneter gesetzlicher Rahmenbedingungen wurde der Japan Climate Change Initiative Grant um finanzielle Unterstützung gebeten. Das Vorhaben sollte Mitte 2003 starten.

### **GTZ-Vorhaben**

In einem neuen Beratungsvorhaben, das zwischen 2004 und 2007 durchgeführt wird, unterstützt die GTZ das Ministerium für Elektrizität (MoE) bei der Bereitstellung verbesserter Energiedienstleistungen im ländlichen Raum. Das Vorhaben hat einen finanziellen Umfang von rund 1 Mio.€ und wird in enger Zusammenarbeit mit einem CIM-Fachberater im MoE durchgeführt.

## **Status der erneuerbaren Energieträger**

Ein nationaler Plan zur Nutzung erneuerbarer Energieressourcen auf breiter Basis ist trotz verschiedener Ankündigungen und Empfehlungen zurzeit noch nicht fertiggestellt. Die bisherige Anwendung entsprechender Technologien ist vereinzelt und geht kaum über individuelle Pilotvorhaben und begrenzte kommerzielle Einsatzbereiche hinaus. Gezielte Verbreitungsaktivitäten oder Informationskampagnen durch Regierung oder staatliche Institutionen fanden bislang nicht statt. Hemmnisse für die Umsetzung und breitere Anwendung vor allem im ländlichen Raum wurden bisher wenig untersucht, der Privatsektor ist nur partiell involviert, eine nachhaltige Marktsituation besteht nicht.

### **Wasserkraft**

Der Jemen ist ein Land mit einem hohen Mangel an Wasserressourcen. Das Laufwasser im Gebirge wird zumeist zur Bewässerung bzw. zur Trinkwasserversorgung abgezweigt und steht aufgrund der Niederschlagsverteilung auch nicht ganzjährig zur Verfügung. Eine energetische Nutzung ist unter diesen Voraussetzungen nur sehr eingeschränkt möglich.

### **Windenergie**

Die Erfahrung mit der Nutzung von Windkraft ist sehr begrenzt, vom Einsatz von Windmühlen zur Wasserentsalzung nahe Aden vor einigen Jahrzehnten und zum Wasserpumpen nahe Al-Hudaidha in der jüngeren Vergangenheit abgesehen. Eine auf dem Universitätscampus von Aden vor etwa 20 Jahren installierte kleine Windturbine lief nur etwa 1–2 Jahre, vermutlich aufgrund falscher Standortauswahl. In jüngerer Zeit wurde eine kleinere, experimentelle Windkraftanlage, die von Jordanien gestiftet wurde, von PEC beim Kraftwerk Al-Mukha aufgestellt.

### **GTZ-Untersuchung potenzieller Standorte**

Im Rahmen einer GTZ-Mission wurden im August 2001 mehrere Standorte für Windparks bei Dhamar, Aden und Al-Mukha begutachtet. Die Auswahl dieser Standorte geschah vornehmlich auf der Basis günstiger Winddaten, einer möglichen Anbindung an das zentrale Übertragungsnetz sowie aufgrund der topographischen Gegebenheiten. Weitere geeignete Standorte für eine Windnutzung mit größeren Anlagen werden von der jemenitischen Behörde für Luftfahrt und Meteorologie CAMA auf der Insel Socatra und bei der Stadt Al-Mukalla gesehen.

Allen Standorten ist gemeinsam, dass die vorliegenden und teilweise unvollständigen Windmessreihen aufgrund zumeist nicht normgerechter Erfassung der Daten nur eine begrenzte Aussage über das reale Windaufkommen zulassen. Starke saisonale Schwankungen sind grundsätzlich ein hervorstechendes Kennzeichen. Auch treten vor allem in den küstennahen Regionen am Roten Meer und am Golf von Aden periodische Sand- und Staubstürme auf, die spezielle technische Vorkehrungen erforderlich machen dürften. Zusätzlich bilden in unmittelbarer Nähe zum Meer hohe Lufttemperaturen, gepaart mit hohem Feuchte- und Salzgehalt, erschwerte

Bedingungen für eine Windkraftnutzung. Der Transport von Anlagenteilen auf der Straße dürfte dagegen lediglich für Standorte im Hochland gewisse logistische Probleme bereiten.

Grundsätzlich erscheint die Möglichkeit einer großtechnischen Windkraftnutzung nach Auswertung der vorhandenen Daten trotzdem zumindest im küstennahen Flachland gegeben, während im Hochland die Windverhältnisse vor allem aufgrund der topographischen Einflüsse offenbar starken örtlichen Abweichungen unterliegen.

## Biomasse

Jemen verfügt über ein zahlenmäßig nicht erfasstes Biomassepotenzial, das sich sicherlich auch zur Stromerzeugung erschließen ließe. Allerdings dürften die Ressourcen auf Restprodukte aus der Landwirtschaft sowie der Lebensmittelverarbeitung beschränkt bleiben, da die nutzbare agrarische Fläche begrenzt ist und bereits jetzt intensiv für den Anbau von Nahrungs- und Genussmitteln genutzt wird und somit kaum zusätzliche energetische Potenziale eröffnet. Zudem fällt das Holzaufkommen insgesamt gering aus. Bisherige Erfahrungen mit der energetischen Nutzung von Biomasse beschränken sich auf einige Kleinanlagen zur Erzeugung von Biogas, die vor allem im Rahmen eines von den Vereinten Nationen geförderten Vorhabens in den 1980er Jahren errichtet wurden.

## Solarenergie

Die mittlere tägliche solare Einstrahlung liegt bei 4.500–5.500 kcal/m<sup>2</sup>. Die durchschnittliche tägliche Sonnenscheindauer beträgt zwischen 7,3 und 9,1 Stunden.

Die Erfahrung mit solaren Anwendungen zur Stromerzeugung ist im Jemen sehr begrenzt. Wesentliche Nutzer finden sich im Telekommunikationssektor für Telefonanlagen, TV- und Radiosender. Die ersten Photovoltaikinstallationen wurden in den frühen 1980er Jahren von Yemen Telecom ausgeführt. Einige Einzelprojekte zur Bewässerung mit solar betriebenen Pumpen wurden durch internationale Fördermittel unterstützt, darunter eine kleine Wasserpumpe von 600 W<sub>p</sub>, die von der GTZ im Rahmen eines landwirtschaftlichen Vorhabens finanziert wurde. Gesundheitszentren und einige Bildungseinrichtungen wurden ebenfalls mit PV-Modulen für

eine Grundelektrifizierung ausgestattet (insgesamt etwa 20 kW<sub>p</sub>). Von den meisten dieser frühen Projekte wird jedoch berichtet, dass sie bereits nach kurzer Einsatzzeit aufgrund schlechten Managements und fehlender Ersatzteile ausfielen.

## ESMAP-Vorhaben ab 1990

Die ländliche Elektrifizierung mit solaren Systemen begann 1990 im Rahmen eines ESMAP-finanzierten Vorhabens der Weltbank. Das Projekt sah die Einbeziehung des Privatsektors sowie die Aufstellung von Geschäfts- und Marketingplänen vor. Aufgrund finanzieller und administrativer Probleme konnte das Vorhaben jedoch nicht wie geplant durchgeführt werden und beschränkte sich deshalb auf Ausbildungskurse und die Installation von 14 Solar-Home-Systemen, die jedoch überwiegend nach einigen Jahren den Betrieb einstellten.

Trotz dieser Rückschläge haben sich Solar-Home-Systeme (SHS) auf der Basis privater Initiativen in einigen Gegenden bewährt. In jüngster Zeit entwickelt sich ein einheimischer Markt mit entsprechenden Händlern, die komplette PV-Anlagen an finanziell betuchte Kunden in ländlichen Gegenden liefern. Insgesamt dürfte die installierte Leistung von SHS jedoch nicht mehr als 100 kW<sub>p</sub> betragen.

## Bilaterale Vorhaben

Weitere PV-Vorhaben zur ländlichen Elektrifizierung für private Haushalte und soziale Einrichtungen wurden von einzelnen Geberländern unterstützt. So haben z.B. die Niederlande die Installation von vier Schulanlagen sowie eine hybride PV-/Windanlage für ein Kulturzentrum in Hadramaut mit einem Zuschuss unterstützt. Auch diese Vorhaben waren jedoch aufgrund mangelnder Kenntnisse bezüglich Betrieb und Wartung und falscher Anwendung nicht nachhaltig.

## Geothermie

Die Topographie des Jemen ist vulkanischen Ursprungs. An mehr als sieben Orten treten natürliche Warmwasserquellen zutage. Die geothermischen Wärmeprofile scheinen ausreichend für Anlagen zur Stromerzeugung zu sein.

In 1984 wurde von der Firma Geothermex Inc. und mit Finanzierung durch die Weltbank die Nutzbarkeit geothermischer Quellen in der Region von Dhamar untersucht. Das Potenzial für eine geothermische Stromerzeugung an diesem Standort wurde auf 125–250 MW beziffert.

## Ländliche Elektrifizierung

Nach statistischen Angaben von 1998 sind fast 89% der städtischen Haushalte, aber nur 13% der ländlichen Anwesen, in denen ungefähr drei Viertel der jemenitischen Bevölkerung leben, an das öffentliche Stromnetz angeschlossen. Insgesamt liegt der Deckungsgrad der öffentlichen Versorgung nur bei etwa 25%, jedoch muss auch die an das Verbundnetz angeschlossene ländliche Bevölkerung mit verbreiteten Mängeln leben, wie ungeplanten Stromunterbrechungen und begrenzter Versorgung für normalerweise lediglich einige Stunden am Tag.

Beleuchtungsquelle		Haushalte (%)
Elektrizität	Öffentliches Netz	13,2
	Lokales Gemeinschaftsnetz	4,2
	Privates lokales Netz	6,0
	Eigener Generator	2,6
Kerosin		59,6
Gaslampe		14,2
Sonstiges		0,2

Tab. 49: Beleuchtungsquellen für ländliche Haushalte; Jemen; %<sup>289</sup>

### Elektrifizierungsgrad

Inklusive der Selbstversorgungen liegt der Elektrifizierungsgrad in ländlichen Gebieten bei ca. 26%. Rund 10 Mio. Menschen haben keinen Zugang zu irgendeiner Form regulärer Stromversorgung. 1998 stand mehr als 55% der Gesamtbevölkerung nicht einmal Elektrizität für so eine elementare Energienachfrage wie Beleuchtung zur Verfügung. In ländlichen Gebieten lag diese Zahl sogar bei 70%. Die meisten dieser Haushalte sind auf Kerosin- oder Gaslampen für die Beleuchtung angewiesen und benutzen Batterien für elementare elektrische Bedarfe (wie Radio und Taschenlampen). Ein erheblicher Prozentsatz der ländlichen Bevölkerung nutzt zudem wiederaufladbare Autobatterien für stationäre Beleuchtungszwecke.

### Insellversorgung und Eigenerzeugung

Abgesehen von denjenigen ländlichen Haushalten, die an das nationale Stromnetz angeschlossen sind und zumindest eine grundlegende Stromversorgung für mehrere Stunden am Abend erhalten, ist der Netzzugang auf eine kleine Zahl dezentraler Erzeugungsanlagen ausgerichtet, die sich im Eigentum von Kommunen, PEC oder privaten Personen und Unternehmen befinden. Diese Betreiber geringer Größenordnung halten einen Versorgungsbetrieb üblicherweise nur in den Abendstunden aufrecht. Eine sehr kleine Zahl von Haushalten mit hohem Einkommen betreibt eigene Generatoren, die in der Regel ebenfalls nur bei Bedarf, z.B. für Beleuchtung und Fernsehen, angeworfen werden.

### Private Versorgung in den 1980er Jahren

Seit den frühen 1980er Jahren haben sich erfolgreich private Gesellschaften im Bereich der Stromproduktion und der -verteilung in ländlichen Regionen Nordjemens engagiert. Die meisten dieser Gesellschaften waren relativ klein und versorgten nur wenige benachbarte Haushalte.

### GAREW 1994–2001

1994 wurde in der Verantwortung des Energieministeriums eine besondere Abteilung zur ländlichen Stromerzeugung und -verteilung eingerichtet (GAREW – General Authority for Rural Electricity and Water)<sup>290</sup>. GAREW war bis Anfang 2001 aktiv und hat 119 Diesellgeneratoren mit Leistungen von 50 bis 1.000 kW und mit einer Gesamtkapazität von ungefähr 55 MW ausgeschrieben, importiert und in verschiedenen Landesteilen auf Spendenbasis installiert. Zusätzlich wurden Mininetze zur Stromverteilung aufgebaut. Lokale Behörden und kommunale Kooperativen mussten in der Folge lediglich den Betrieb und die Wartung sicherstellen. Insgesamt profitierten etwa 156.000 Haushalte von diesem Vorhaben.

Eine Reihe von Projekten wurde mit erheblichen Verzögerungen bzw. mit beträchtlichen Kostenüberschreitungen realisiert. Das Programm wurde schließlich in 2001 eingestellt, da den Kommunen die Mittel für Ersatzteile und Reparaturen fehlen und die meisten Anlagen eine sehr geringe Verfügbarkeit aufweisen.<sup>291</sup> Bei zugleich hohen Dieselpreisen und ineffizienten Motoren übersteigen die Stromkosten in der Regel bei weitem

289 Quelle: Household Budget Survey 1998.

290 Eine ähnliche Initiative wie GAREW bestand während der 1980er Jahre auch in Südjemen.

291 Teilweise ist das Problem auf die sehr drastische Abwertung der nationalen Währung zurückzuführen, die alle importierten Waren erheblich verteuert hat.

diejenigen der staatlichen Stromversorgung. Das Überleben vieler dieser Inselnetze und Erzeugungsanlagen ist alles andere als gesichert.

### **PEC – Rural Electrification Department**

Trotz der ihr erst kürzlich zugesprochenen Verantwortung für die ländliche Elektrifizierung und der Bildung einer hierfür zuständigen Abteilung (Rural Electrification Department) ist die Strategie von PEC in erster Linie auf Netzerweiterung und die Sicherheit der (städtischen) Versorgung ausgerichtet.<sup>292</sup> Diese Aufgabe ist aufgrund der begrenzten verfügbaren Kapazitäten der bestehenden Kraftwerke nur schwer zu erfüllen.

### **Ländliche Elektrifizierung mit erneuerbaren Energien**

Vor dem Hintergrund der vorhandenen natürlichen erneuerbaren Energieressourcen, wie Sonne und Wind, besteht die Möglichkeit einer nachhaltigen Energieversorgung und eine zumindest partielle Verringerung der Abhängigkeit von fossilen Brennstoffen. Ein Hindernis stellen im Moment noch die relative Unerfahrenheit mit derartigen Technologien und das Nichtbestehen von adäquaten Finanzierungs-, Handels-, Betriebs- und Wartungsstrukturen dar.

Eine Vorstudie zur Nutzung von Solarenergie für eine ländliche Elektrifizierung in den Gouverneraten Taiz, Hodeidah, Lajh und Abyan wurde 1998 durchgeführt und von der französischen Regierung finanziert. Bei der Weltbank befindet sich die Erarbeitung einer ländlichen Elektrifizierungsstrategie, ebenfalls mit PV-Anwendungen als wesentlicher Komponente, gegenwärtig in der Durchführung.

Hinsichtlich einer kleintechnischen Nutzung dezentraler Windkraftanlagen (als Batterielader oder in hybriden Diesel-Wind-Systemen) dürften sich die mangelnden organisatorischen Strukturen noch um die fehlende technische Erfahrung erweitern, sodass hierfür der Aufbau intensiver Schulungsmaßnahmen für das Installations- und Bedienungspersonal unerlässlich ist.

### **Ausschreibung im Rahmen des Fonds zur ländlichen Elektrifizierung**

Im Rahmen des Fonds zur ländlichen Elektrifizierung wird derzeit ein neuer Anlauf unternommen, erneuerbare Energien zur Anwendung zu bringen. Die in 2003 durchgeführte erste Ausschreibung ist mit einer Verpflichtung der Nutzer verbunden, für die angebotene Dienstleistung eine Einstiegsgebühr von 5.000 Rial (ca. 22 €) sowie monatlich 500 Rial zu zahlen. Die Einnahmen sollen dem Monitoring, der Wartung und der Systemausweitung zugute kommen.

Wechselkurs (9.3.2004): 1 € = 225 Rial; 100 Rial = 0,44 €
---

<sup>292</sup> Teilweise wird die ländliche Versorgung auch von dem Department of Secondary Towns Electricity wahrgenommen, das für einen Anschluss der Gebiete im Umfeld von Kleinstädten sorgen soll.

## Literatur

- Al-Ashwal, A.M., Renewable Energy Potentials and Applications in Yemen, 2003
- Environment Protection Authority (EPA), GEF-Proposal (draft): Disseminating Photovoltaic Technologies for Rural Electrification Applications in Yemen, July 2001
- GTZ, Options to Promote the Generation of Electricity from Wind in Yemen, Mission Report, April 2002
- Republic of Yemen, Initial National Communication under United Nation Framework Convention of Climate Change, April 2001
- Sufian, T., Report on the Consultancy Work completed for UNIDO/GEF/MSP Renewable Energy Priority Projects Workshop and Project Proposal Finalization in Yemen, February 2003
- US-Department of Energy, Yemen Country Analysis Brief, May 2003
- Worldbank/ESMAP, Energy Access for Poverty Reduction: Background Paper for Steering Group, 2003

## Kontakte

### Ministry of Electricity

Mr. Ahmend Alaini - Deputy Minister  
P.O. Box 11422  
Airport Road Sana'a  
Tel. 00967-1-326-197/206  
Fax 00967-1-326 210  
[www.yemen.gov.ye](http://www.yemen.gov.ye)

### Public Electricity Corporation

P.O. Box 178  
Sana'a  
Tel. 00967-1-260 133  
Fax 00967-1-263 115  
E-Mail: [ypcent@y.net.ye](mailto:ypcent@y.net.ye)

### Environment Protection Authority (EPA)

P.O. Box 19719  
Sana'a  
Tel. 00967-1-257 548  
Fax 00967-1-257 549

### GTZ – German Technical Cooperation

Villa No. 19, Street No. 21  
P.O. Box 692  
Sana'a, Republik Jemen  
Tel. 00967-1-417 411 und – 412 726  
Fax 00967-1-414 110  
E-Mail: [gtz-jemen@ye.gtz.de](mailto:gtz-jemen@ye.gtz.de)

### Kreditanstalt für Wiederaufbau (KfW)

P.O. Box 2562  
Sana'a  
Tel. 00967-1-32 36 68  
Fax 00967-1-32 11 54

### The World Bank Office in Sana'a

Hadda, Street No. 40  
Sana'a  
P.O. Box 18152  
Tel. 00967-1-413 710  
Fax 00967-1-413 709  
[www.worldbank.org.ye](http://www.worldbank.org.ye)

### Botschaft der Republik Jemen in Deutschland

Rheinbabenallee 18  
14199 Berlin  
Tel. 030-897305-0  
Fax 030-897305-62  
E-Mail: [info@botschaft-jemen.de](mailto:info@botschaft-jemen.de)  
[www.botschaft-jemen.de](http://www.botschaft-jemen.de)

### Deutsche Botschaft in Jemen

Near Hadda Road  
P.O. Box 2562 + 41  
Tel. 00967-1-413 174  
Fax 00967-1-413 179  
E-Mail: [zreg@sana.auswaertiges-amt.de](mailto:zreg@sana.auswaertiges-amt.de)  
[www.germanembassysanaa.org](http://www.germanembassysanaa.org)

Die Potenziale erneuerbarer Energieträger in Entwicklungs- und Schwellenländern werden oftmals als hoch eingeschätzt. Hindernisse für ihre Nutzung und den Einstieg ausländischer Investoren bilden u.a. mangelnde Kenntnisse der energie-wirtschaftlichen Rahmenbedingungen und unzureichende Transparenz der Vorerfahrungen und Interessenlagen der nationalen Akteure. Solche Barrieren will diese dritte, aktualisierte und erweiterte Neuauflage überwinden.

**Für 21 Länder** aus den Regionen **Lateinamerika – Karibik, Afrika, Europa – Kaukasus** und **Asien – Pazifik** werden die **Elektrizitätsmärkte** mit ihren jeweiligen **Akteuren** untersucht. Die **energiepolitischen Rahmenbedingungen** werden analysiert, der **Status** und die **Förderpolitik** für die Stromerzeugung auf Basis von **Wasserkraft, Wind-** und **Sonnenenergie, Biomasse** und **Geothermie** unter die Lupe genommen. Die Länderkapitel werden durch Informationen zur **ländlichen Elektrifizierung** abgerundet.



Deutsche Gesellschaft für  
Technische Zusammenarbeit (GTZ) GmbH

Dag-Hammarskjöld-Weg 1-5  
Postfach 51 80  
65726 Eschborn  
Telefon (0 61 96) 79 - 0  
Telex 4 07 501- 0 gtz d  
Telefax (0 61 96) 79 -11 15  
Internet: <http://www.gtz.de>

