



## Renewable Energies in China's Rural Areas

Frank Haugwitz and Hansjörg Müller

### Approaches and Experiences of Sino-German Cooperation, Deutsche Gesellschaft für Technische Zusammenarbeit (GTZ) Beijing, China.

#### Background

In China, about 30 million people were connected to the public grid between 1996 and 2001. Despite these enormous efforts, however, there are still around 7 million households in some 29,000 villages – in total, approximately 30 million people – living without electricity. They will, according to the expansion plans of the Chinese power utilities, remain unconnected even in the medium or long term for economic and technical reasons.

#### China's Brightness Programme

In view of this situation, the Government of the People's Republic of China decided in 1996 to launch the so-called "Brightness Programme". Within the framework of this programme, which is scheduled to run until 2010, around 23 million people living in remote rural areas of the Western provinces of China are to be supplied with electricity services by means of de-centralised energy systems based on renewable sources of energy, such as solar and wind power.

#### The Township Electrification Programme

In the framework of the Brightness Programme, the National Development and Reform Commission (NDRC), decided in 2002 to electrify about 1000 townships in 7 provinces by means of PV and PV/Wind-Hybrid systems by 2004. The average installed PV capacity will range from 5 to 200 kW. The overall budget allocated for this purpose is equivalent to US \$240 million. The systems are installed exclusively by Chinese system integrators.

#### Technical Cooperation Programme "Renewable Energies in Rural Areas"

Since 2001, the German Government has provided technical assistance in the field of institutional development, dissemination strategies and quality assurance in order to promote the large scale dissemination of renewable energy technologies in rural areas. The Sino-German programme "Renewable Energies in Rural Areas" is aimed at improving the social and economic situation of the populations in remote rural areas of the 4 provinces of Qinghai, Yunnan, Gansu and Tibet by providing appropriate, decentralised energy services based on renewable sources of energy adapted to local conditions. The target groups for the project, which predominantly comprise representatives of a number of ethnic minorities, are above all:

- the private households of small and medium farmers
- nomadic herdsmen
- small-scale craftsmen
- owners of service businesses

NDRC decided in 2002 to electrify about 1000 townships in 7 Provinces by means of PV and PV/Wind-Hybrid systems. / Die NDRC beschloss im Jahr 2002 etwa 1000 Siedlungen in sieben Provinzen mittels PV und PV/Wind-Hybridssystemen mit Strom zu versorgen.

## Erneuerbare Energien in Chinas Ländlichen Gebieten

### Ansätze und Erfahrungen deutsch-chinesischer Zusammenarbeit

#### Hintergrund

In China wurden zwischen 1996 und 2001 etwa 10 Millionen Menschen an das öffentliche Stromversorgungsnetz angeschlossen. Trotz dieser enormen Bemühungen leben immer noch ungefähr 7 Millionen Haushalte in etwa 29 000 Dörfern, also insgesamt um die 30 Millionen Menschen, ohne Strom. Sie werden, den Ausbauplänen der chinesischen EVU nach, auch mittel- bis langfristig, aus wirtschaftlichen bzw. technischen Gründen ohne Stromanschluss bleiben.

#### Chinas Brightness Programm

Mit Hinblick auf diese Situation beschloss die Regierung der Volksrepublik China 1996 das so genannte Brightness Programm anzustoßen. Im Rahmen dieses Programms, das bis 2010 läuft, sollen etwa 23 Millionen Menschen in den ländlichen Gebieten der westlichen Provinzen Chinas mit dezentralen Energiesystemen auf Basis erneuerbarer Energien, wie Wind und Sonnenenergie, mit Strom versorgt werden.

### Das Township Electrification Programm

Im Rahmen des Brightness Programms beschloss die nationale Entwicklungs- und Reformkommission, die National Development and Reform Commission (NDRC) 2002 bis zum Jahr 2004 etwa 7000 Siedlungen (Townships) in sieben Provinzen mittels Solarenergie sowie PV-Wind-Hybridanlagen mit Strom zu versorgen. Die durchschnittliche installierte PV-Kapazität beträgt dabei 5-200 kW. Der für diesen Zweck angesetzte Gesamtetat entspricht US\$ 240 Millionen, die Systeme werden ausschließlich von chinesischen Systemintegratoren installiert.

### Programm zur Technischen Zusammenarbeit „erneuerbare Energien in ländlichen Gebieten“

Seit 2001 leistete die deutsche Regierung in den Bereichen institutionelle Entwicklung, Verbreitungsstrategien und Qualitätssicherung technische Unterstützung zur Förderung der umfangreichen Verbreitung erneuerbarer Energietechnologien in ländlichen Gebieten. Das deutsch-chinesische Programm





Since 2001, the German Government has provided technical assistance in the field of institutional development. / Seit 2001 leistete die deutsche Regierung im Bereich der institutionellen Entwicklung technische Unterstützung.

In addition, the group that could draw direct and indirect benefits from the programme through training schemes, the creation of jobs and an expansion of their business activities includes:

- Companies or businesses selling PV and wind energy conversion systems
- Local technicians able to take on installation and maintenance work
- Power supply companies at both national and provincial level
- Rural cooperative banks providing loans
- State planning institutions
- Laboratories and test facilities able to perform quality testing

The implementation concept of the programme comprises three core components:

### 1: Institutional development

This component aims at improving the overall political and institutional framework for efficient promotion of renewable energy technologies by providing advisory services to decision makers and institutions on both the national and provincial level.

### 2: Dissemination strategies

This component aims at elaborating appropriate, market oriented dissemination strategies for renewable energy systems by increasing public awareness, establishing appropriate financing schemes and supporting the set up of local networks of operation and maintenance through adequate training measures.

### 3: Technical quality assurance

This component will investigate the performance of available RE systems and components and propose adequate measures for the sustainable improvement of quality, according to international standards and national/local requirements.



„erneuerbare Energien in ländlichen Gebieten“ ist auf die Verbesserung der sozialen und wirtschaftlichen Lage der Bevölkerung in entlegenen Gebieten der vier Provinzen Qinghai, Yunnan, Gansu und Tibet durch Bereitstellung angemessener, dezentralisierter Energiedienstleistungen auf Basis von den örtlichen Bedingungen angepassten erneuerbaren Energiequellen ausgerichtet. Die Zielgruppen für diese Projekte, die sich überwiegend aus Mitgliedern einer Anzahl von ethnischen Minderheiten zusammensetzen, sind hauptsächlich:

- die privaten Haushalte kleiner und mittelgroßer Bauern
- nomadische Hirten
- kleine Handwerksbetriebe
- Betreiber von Dienstleistungsunternehmen

Zu der Gruppe von Kunden, die direkt oder indirekt von diesem Programm durch Ausbildungsprogramme, die Schaffung von Arbeitsplätzen und die Ausweitung von Geschäftsaktivitäten profitieren könnte, gehören:

- Firmen bzw. Unternehmen, die Solaranlagen und Windenergiesysteme vertreiben
- ortsansässige Fachleute, die in der Lage sind, die Installation bzw. Wartungsarbeiten durchzuführen
- Stromversorgungsunternehmen, sowohl auf Zentral- als auch Provinzebene
- ländliche Volksbanken, die Darlehen gewähren
- staatliche Planungsinstitutionen
- Laboratorien und Prüfeinrichtungen zur Durchführung von Qualitätsprüfungen

Das Umsetzungskonzept des Programms besteht aus drei Hauptkomponenten:

### 1: Institutionelle Entwicklung

Durch ein Beratungsangebot an die Entscheidungsträger und Institutionen, sowohl auf zentraler als auch auf Provinzebene, zielt diese Komponente auf die Verbesserung des allgemeinen politischen und institutionellen

Rahmens für die effiziente Förderung erneuerbarer Energietechnologien ab.

### 2: Verbreitungsstrategien

Diese Komponente richtet sich auf die Ausarbeitung angemessener, marktbezogener Strategien für erneuerbare Energiesysteme durch Erweiterung des öffentlichen Bewusstseins, die Einrichtung entsprechender Finanzierungsprogramme und die Unterstützung der Installation lokaler Betriebs- und Wartungsnetzwerke durch geeignete Ausbildungsmaßnahmen.

### 3: Technische Qualitätssicherung

Diese Komponente untersucht die Leistungsfähigkeit der erhältlichen erneuerbaren Energiesysteme und Einzelteile, und schlägt angemessene Maßnahmen zu nachhaltigen Qualitätsverbesserungen gemäß internationaler Normen und nationaler bzw. örtlicher Anforderungen vor.

### Das

### Ausbildungsprogramm Kapazitätsaufbau

Nachdem wir von der NDRC gebeten wurden, Chinas Township Electrification Programme zu unterstützen, und zur Einrichtung eines geeigneten Installations- bzw. Wartungsnetzwerks in diesen sieben Provinzen, betraute GTZ das Fraunhofer Institut für Solare Energiesysteme (ISE) und das Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung (ZSW) mit der Entwicklung und Vorlage eines Kurses zur Ausbildung von Master-Trainern im Bereich von PV/PV-Wind Hybridsystemen. Dies erfolgte im März und April 2003 in Peking. Diese Master-Trainer bildeten seither etwa 150 provinzielle Trainer aus. Die wiederum sind nun mit der Ausbildung von über 1 500 Wartungsingenieuren und örtlichen Systembetreibern beauftragt. Gastorganisation und Veranstalter der Trainingskurse war JKD in Zusammenarbeit mit der GTZ China. JKD, ein der chinesischen Akademie der Wissenschaften angegliedertes Institut, arbeitet auf diesem Gebiet im Auftrag der NDRC.



### The Capacity Building Training Programme

Having been approached by NDRC to support the Chinese Township Electrification Programme, in order to establish an appropriate installation and maintenance network in these 7 provinces, GTZ entrusted Fraunhofer Institute for Solar Energy Systems and Centre for Solar Energy and Hydrogen Research with the task of compiling and presenting a master-trainer course in PV/PV-Hybrid systems. This took place in Beijing in March/April 2003. These master trainers have since then trained approximately 150 provincial trainers. They will now serve as trainers to more than 1500 service engineers and local system operators. Host organisation and organiser of the training course was JKD in co-operation with GTZ China. JKD, a Chinese institution affiliated to the Chinese Academy of Science is working in this field on behalf of NDRC.

The course itself, held in the form of four-hour lectures each morning, covered the following topics:

*Decentralised electricity supply: the Chinese Brightness Programme*  
*Hybrid electricity supply systems in Europe*  
*Solar radiation: resource and site analysis*  
*Photovoltaic cells and photovoltaic modules*  
*Loads for decentralised electricity systems: power demand and type of loads*  
*DC/AC inverters: operating principles, efficiencies, specifications*  
*Energy storage in electricity supply systems – the lead acid battery*  
*Battery operation and battery lifetime*  
*Charge controllers: operating principles, specifications*  
*Back-up electricity in renewable energy systems: the diesel-generator set*  
*Wind energy: resource and site analysis*  
*Working principles, design and operation of wind turbines*  
*Design principles for PV/wind hybrid power systems*  
*Maintenance and troubleshooting on wind turbines*  
*Installation of PV/wind hybrid systems*  
*Electric safety and village grid layout*  
*Maintenance and troubleshooting on PV/wind hybrid systems*  
*Technical management and socio-economic aspects of PV/wind hybrid systems and village grids*  
*Economic analysis of renewable energy for rural electrification*

The afternoons were reserved for practical work in the laboratory and theoretical exercises, which the course participants solved on paper and on the blackboard. Both practical and theoretical exercises led to lively discussions among participants and resulted in hands on learning experiences, covering technical and didactical issues. The course concluded with a written and oral examination.



The German Government has provided technical assistance to promote the large scale dissemination of renewable energy technologies in rural areas. / Die deutsche Regierung leistete zur Förderung der umfangreichen Verbreitung erneuerbarer Energietechnologien in ländlichen Gebieten technische Unterstützung.

Der Kurs selber, der in der Form von vierstündigen Vormittagsvorträgen abgehalten wird, behandelt die folgenden Themen:

Dezentralisierte Stromversorgung: das chinesische Brightness Programm  
 Stromversorgung aus Hybridanlagen in Europa  
 Solarstrahlung: Ressourcen und Standortanalyse  
 Solarzellen und Solarmodule  
 Lasten für dezentralisierte Stromsysteme: Strombedarf und Art der Lasten  
 DC/AC Inverter: Betriebsprinzipien, Effizienzen, Spezifikationen  
 Energiespeicherung in Stromversorgungssystemen – die Bleisäurebatterie  
 Batteriebetrieb und -lebensdauer  
 Laderegler: Betriebsprinzipien, Spezifikationen  
 Reservestrom bei erneuerbaren Energiesystemen: der Diesel-Stromerzeuger  
 Windenergie: Ressourcen- und Standortanalyse  
 Funktionsprinzipien, Design und Betrieb von Windturbinen  
 Designprinzipien für PV-Wind-Hybridanlagen  
 Wartung und Troubleshooting von Windturbinen  
 Installation von PV-Wind-Hybridanlagen  
 Betriebssicherheit und Layout des Dorfstromnetzes  
 Wartung und Troubleshooting von PV-Wind-Hybridanlagen  
 Technische und sozioökonomische Aspekte von PV-Wind-Hybridanlagen und Dorfstromnetzen  
 Wirtschaftsanalyse erneuerbarer Energien für die ländliche Elektrifizierung

Die Nachmittage waren für praktische Arbeiten im Labor und theoretische Übungen reserviert, die von den Teilnehmern auf dem Papier bzw. an der Tafel zu lösen waren. Sowohl praktische als auch theoretische Übungen führten zu lebhaften Diskussionen unter den Teilnehmern und resultierten in praktischen Lernerfahrungen im technischen als auch im didaktischen Bereich. Der Kurs endete mit einer schriftlichen und einer mündlichen Prüfung. Im

Anschluss daran wurden von den Master-Trainern fünf Kurse für provinzielle Trainer in Peking und weitere drei Kurse in Lhasa/Tibet abgehalten. Insgesamt wurden bislang etwa 150 provinzielle Trainer (126 Männer und 24 Frauen), sowie 149 örtliche Trainer (135 Männer und 14 Frauen) ausgebildet.

### Herausforderungen und Erfahrungen

Das chinesische Brightness Programm ist mit unzähligen Herausforderungen konfrontiert, die sich nicht zuletzt aus den kurzfristigen Umsetzungsterminen ergeben und den ehrgeizigen Zielen, die für diese Periode formuliert wurden. Die Hauptpunkte, die auch von anderen Ländern und Regionen bei der Planung und Umsetzung eines solchen dezentralisierten Elektrifizierungsprogramms für Dörfer in Betracht gezogen werden sollten, sind folgendermaßen:

- institutionelle Fragen, wie z.B. der Dienstleistungsstandard, Energiedienstleistungsfirmen, deren Betriebsrahmen, sowie Verantwortlichkeiten für das System nach dem Umsetzungszeitraum. Eigentumsverhältnisse und Nutzungstarife müssen vor der Installation des ersten Systems mit allen Parteien besprochen und vereinbart werden.
- organisatorische Fragen, wie die Qualitätsabnahme nach Fertigstellung, Abnahmeprüfungen, Strommessung und Abrechnung, sowie der Gebühreneinzug. Anreizprogramme für individuellen Kauf und Nutzung von Energiespargeräten müssen vorab geklärt werden.
- technische Fragen, die z.B. die Verlässlichkeit von Einzelteilen, Robustheit und Lebensdauer der Anlagen betreffen; technische Maßnahmen zur Begrenzung der Energie- und Stromlieferung an individuelle Verbraucher, um eine faire Verteilung der knappen Energieressourcen zu erreichen.
- wirtschaftliche Fragen bezüglich des produktiven Nutzens des Stroms nach Bereitstellung der



Thereafter, 5 courses for provincial trainers were conducted by these "master-trainers" in Beijing and 3 courses in Lhasa/Tibet. In total, about 150 (126 Male / 24 Female) provincial trainers and 149 (135 Male / 14 Female) local technicians have so far been trained.

### Challenges and Lessons Learned

The Chinese Brightness Programme is facing a myriad of challenges, not the least of which are due to the short implementation timeframe and the ambitious target set for this period. The issues which should be addressed by other countries and regions when planning and implementing such a de-centralized village electrification programme are the following:

- Institutional issues such as service standards, energy service companies, their operating framework, responsibilities for systems after the implementation period. Ownership and user tariffs have to be discussed and agreed by all parties involved before installing the first system.
- Organisational issues such as quality approval upon completion, acceptance tests, metering and billing and revenue collection. Incentive programmes for individual users to buy and use energy saving appliances must be clarified.
- Technical issues such as the reliability of components, robustness and service lifetime of systems; technical measures limiting energy and power delivery to the individual user, to establish fair allocation of the limited energy resources.
- Economic issues related to the productive use of electricity, once the supply has been established. It is crucial for the sustainability of each rural electrification programme, be it by grid-extension or by decentralized renewable energy technology, to inform people about the potential of this new resource and to train them in how to use it effectively and efficiently.

In order to control and evaluate the technical performance and the socio-economic impact of the systems installed, the installation of a comprehensive technical and socio-economic monitoring system it is highly recommended. This can provide up to date information on the actual technical performance of the systems as well as continuous long-term information upon the changes in daily life patterns, economic development and social services in the newly electrified rural areas. The information gathered can then be used to continuously improve the technical standards as well as the institutional and organisational set up in order to provide better services to the people most in need and to achieve long term sustainability of such ambitious renewable energy based village electrification programmes.

GTZ is well aware of these challenges and provides the necessary services required to handle the issues. Based on 20 years of experience in the field, our approach is focusing on the integration of energy services within rural development strategies, providing job opportunities for technicians and end users, better health and education services in remote rural areas and access to information and entertainment, thus creating new perspectives for rural people to improve their living conditions.

It is in this broader context that renewable energies in rural areas can considerably contribute to the achievement of the most important development goals of this century, the so-called Millennium Development Goals, such as poverty alleviation, gender equality, environmental sustainability, access to education and security of food supply.



GTZ entrusted Fraunhofer Institute with the task of compiling and presenting a master-trainer course in PV/PV-Hybrid systems. / GTZ betraute das Fraunhofer Institut mit der Entwicklung und Vorlage eines Kurses zur Ausbildung von Master-Trainern im Bereich von PV/PV-Wind Hybridsystemen.

Versorgung. Es ist für die Nachhaltigkeit eines jeden ländlichen Elektrifizierungsprogramms, ganz gleich ob dies nun in Form der Erweiterung des Stromnetzes oder durch dezentralisierte erneuerbare Energietechnologien geschieht, unabdingbar, die Menschen über das Potential dieser neuen Ressource zu informieren und sie in der sicheren und effizienten Nutzung auszubilden.

Um die technische Leistung sowie die sozioökonomischen Auswirkungen der installierten Anlagen zu kontrollieren, wird die Einsetzung eines umfassenden technischen und sozioökonomischen Überwachungssystems sehr empfohlen. Dies kann sowohl aktuelle Informationen über die technischen Leistungen der Anlagen liefern, als auch kontinuierliche langfristige Informationen über Veränderungen an den Tagesabläufen, der wirtschaftlichen Entwicklung und den Sozialdienstleistungen in den neu elektrifizierten ländlichen Gebieten. Die so gesammelten Informationen können dann zur kontinuierlichen Verbesserung des technischen Standards, als auch der institutionellen und organisatorischen Strukturen verwendet werden, um den Menschen, die dies am meisten benötigen, besseren Service zu bieten und langfristige Nachhaltigkeit derartiger

ehrzüger, auf erneuerbaren Energien basierenden dörflichen Elektrifizierungsprogramme zu erzielen.

GTZ ist sich dieser Herausforderungen sehr wohl bewusst und bietet die Dienstleistungen, die zur Beherrschung dieser Punkte nötig sind. Auf Grund zwanzigjähriger Erfahrung im diesem Bereich konzentrieren wir uns auf die Integration von Energiedienstleistungen in ländliche Entwicklungsstrategien, die Arbeitsplatzbeschaffung für Wartungsingenieure und den Endverbraucher, verbesserte Gesundheits- und Ausbildungsdienste in entlegenen ländlichen Gebieten, sowie Zugang zu Informationen und Unterhaltung, und entwickeln so neue Perspektiven für die Bewohner ländlicher Gebiete zur Verbesserung ihrer Lebensbedingungen.

In diesem breiteren Zusammenhang können erneuerbare Energien einen erheblichen Beitrag zum Erreichen der wichtigsten Entwicklungsziele dieses Jahrhunderts leisten, der so genannten Millennium Development Goals, also der Millennium-Entwicklungsziele, darunter Armutsbekämpfung, Geschlechtergleichheit, ökologische Nachhaltigkeit, Zugang zu Schulung und Ausbildung und sichere Nahrungsversorgung.