

STROM FÜR KAMBODSCHA

ANGEPASSTE KONZEPTE ZUR DEZENTRALEN STROMVERSORGUNG AUF DER BASIS ERNEUERBARER ENERGIEN



Bild 1: Angkor Wat, Siem Riep, Kambodscha

Denkt man an Kambodscha, dann denkt man an Ankor Wat und die Roten Khmer. Zwei sehr bedeutende Dinge in der Geschichte des Landes. Während Ankor Wat ein kulturelles Erbe darstellt, auf das Kambodscha sehr stolz ist, steht das Terrorregime der Roten Khmer für eine der dunkelsten Episoden in der Geschichte des Landes. Kambodscha kämpft nach wie vor mit der gezielten Zerstörung von Intelligenz, die unter dem Pol-Pot-Regime von 1975 bis 1979 stattgefunden hatte. Das Land, das zuvor als Schweiz Südostasiens bekannt war, gehört heute zu den zehn ärmsten Ländern der Welt. Heute muss einer von drei Kambodschanern mit weniger als 1/2 USD pro Tag auskommen. 27% der Bevölkerung über 15 Jahre sind Analphabeten und 20% der Kinder besuchen nicht einmal eine Grundschule. Das Durchschnittsalter liegt bei 20,6 Jahren, mehr als 50% der Bevölkerung sind jünger als 25. Diese junge Generation, die nicht von den Roten Khmer beeinflusst wurde, unter-

stützt von zurückgekehrten, im Ausland ausgebildeten Exil-Kambodschanern hat das Potenzial das Land zurück zu einer nachhaltigen Entwicklung zu bringen.

Das Königreich Kambodscha, Mitgliedsstaat der Südostasiatischen Staatengruppe (ASEAN), erstreckt sich über 181.035 km² und hat 13,4 Millionen Einwohner. Es liegt am unteren Flusslauf des Mekong und grenzt im Westen an Thailand, im Osten an Vietnam und im Norden an Laos. 84% der Bevölkerung in Kambodscha leben in ländlichen Gebieten, in denen es an vielen öffentlichen Versorgungsmangel, besonders an der Versorgung mit Elektrizität.

Die elektrische Versorgung in Kambodscha

Der Terror des Pol-Pot-Regimes verschonte nicht einmal die Anlagen zur Stromversorgung, die wie die gesamte Infrastruktur des Landes systematisch zerstört wurden. Bis heute war es der Regierung nicht möglich, auf nationaler

Ebene ein stabiles Netz zur elektrischen Versorgung der kambodschanischen Bevölkerung zu errichten. Die Elektrizitätsversorgung des Landes besteht aus 24 isolierten Netzen in größeren Städten, Provinzstädten und kleineren Orten. Eine Ausnahme davon bildet das elektrische Versorgungssystem von Kampong Speu, das mit dem System von Phnom Penh seit 2002 über eine einzelne 115-kV-Stromkreis-Leitung verbunden ist.

Der jährliche Gesamtverbrauch an Elektrizität lag 2007 bei 1.349 GWh. Geht man von einer Bevölkerung von 13,4 Millionen aus, dann betrug der Pro-Kopf-Verbrauch an Elektrizität, die von Konzessionsinhabern geliefert wurde, im Jahr 2007 100,68 kWh. Diese Elektrizität wird jedoch nicht von den 13,4 Millionen Kambodschanern verbraucht, sondern nur von den 16,41% der Haushalte, die Zugang zu elektrischem Strom haben, von denen sich wiederum 73% in Phnom Penh oder in der Umgebung von Phnom Penh befinden.

96% der kambodschanischen Elektrizität werden mit Diesel erzeugt (1.294,4 GWh). Die zwei EDC Wasserkraftwerke (49,7 GWh), das eine in Kirirum, das mit dem Stromsystem von Phnom Penh verbunden ist, und das andere in Ratanakiri, das mit dem Stromsystem von Ratanakiri verbunden ist, erzeugen 3,6%. Die 3 Biomasse-Vergasungsanlagen (5,3 GWh) in Battambang und Phnom Penh erzeugen die restlichen 0,4%. 84,58% des elektrischen Stroms wird von unabhängigen Stromversorgern geliefert, 12,74% von EDC und die restlichen 2,68% von festen Konzessionsinhabern.

Aufgrund dieses vorherrschenden Systems und aufgrund der starken Abhängigkeit von Diesel, liegen die Preise

Tabelle 1: Information über die erzeugte, gelieferte und über die verkaufte Energie, über Verluste und Anzahl der Abnehmer, geordnet nach Gebieten (EAC, 2008)

Gebiet der Elektrizitätsversorgung	Erzeugte und gelieferte Energie, GWh	Verkaufte Energie, GWh	Verluste in %	Anzahl der Kunden
System von Phnom Pneh	1.115,548	990,474	10,41	204.212
Gebiete, die von Vietnam beliefert werden	78,868	70,361	10,79	24.601
Gebiete, die von Thailand beliefert werden	76,487	70,973	7,21	18.907
Andere Provinzstädte	224,469	193,904	7,21	87.146
Andere Gebiete und ländliche Gebiete	31,358	23,410	25,34	80.275
Insgesamt	1.516,730	1.349,122	11,05	415.141

für Elektrizität in Kambodscha bei circa 0,25 USD in Phnom Penh bis zu 1,0 USD/kWh in den Provinzen. Es sind somit die höchsten Preise in der Region.

Einsatzmöglichkeit und Potenzial der erneuerbaren Energie in Kambodscha

Kambodscha verfügt über ein sehr hohes Potenzial an erneuerbaren Energien, insbesondere im Bereich der Solarenergie, Windenergie und Wasserkraft. Die durchschnittliche Dauer der Sonneneinstrahlung pro Tag beträgt 6–9 Stunden; dies liefert einen durchschnittlichen Ertrag von 5 kWh/Tag. Trotzdem beschränkt sich die gesamte installierte Leistung nur auf circa 3.000 kWp, die hauptsächlich als Inselssysteme mit 15, 20 oder 40 Wp, also als so genannte Solar Home Systems, installiert sind. Der südliche Teil des großen Tonle Sap-Sees, das gebirgige Gebiet im Südwesten und die Küstenzonen, wie Sihanoukville, Kampot, Lep und Koh Kong weisen Windgeschwindigkeiten mit einem Jahresdurchschnitt von 5 m/s oder sogar mehr auf. Aber bis heute wird das Potenzial der Windenergie nicht genutzt. Das Potenzial der Wasserkraft beträgt bis zu 10.000 MW, aber aktuell sind nur weniger als 20 MW installiert mit den oben bereits genannten Kraftwerken und einigen Mikro- und Pico-Wasserkraftwerken.

Um aus der gegenwärtigen Situation herauszukommen und um elektrischen Strom zur kambodschanischen Bevölkerung zu bringen, hat die königliche Regierung von Kambodscha die ländliche Elektrifizierung zu einer ihrer Prioritäten erklärt. Die Strategie der ländlichen Elektrifizierung des Landes hat zum Ziel: Bis zum Jahr 2020 haben alle Dörfer Zugang zu Elektrizität in wenigstens einer der unterschiedlichen Formen, darin inbegriffen ist der Zugang zu kleinen Netzen oder auch eine netzunabhängige Versorgung.

Der Rural Electrification Fund

Das wichtigste Instrument, um die ländliche Elektrifizierung zu fördern, ist dabei der „Rural Electrification Fund“ (REF). Mit dem REF möchte die Regierung die nachhaltige ländliche Elektrifizierung und Einbindung des Privatsektors fördern. REF gibt Zuschüsse an ländliche Stromversorgungsunternehmen für die Realisierung neuer Netze, an Solarfirmen für die Errichtung neuer Solar-Home-Systeme (100 USD pro System) und für die Entwicklung neuer Mikro- und Pico-Wasserkraftanlagen. Herr Theng Marith, von der Elektrizitätsbehörde in Kambodscha, sagte, dass innerhalb des „REF-Programms die meisten Anträge für Verteilernetze kämen und nicht für Projekte der erneuerbaren Energien und dass die

meisten der genehmigten Biomasse-Projekte fehlschlügen oder verspätet an den Start gingen“. Er sagte außerdem, dass „für den Fall, dass die dezentralisierten Projekte der erneuerbaren Energien nicht besser werden, die Regierung wahrscheinlich ihre Politik ändern würde, und zwar von dezentralisierten Projekten zu netzgebundenen“. Im Allgemeinen hat die Elektrizitätsbehörde das Problem erkannt: Es fehlt an erschwinglichen Darlehen für große Projekte der erneuerbaren Energien, insbesondere für Biomasse-Projekte. Die üblichen Darlehen in Kambodscha haben Zinssätze von 10 bis 25% pro Jahr. Ein weiteres Problem stellen die hohen Importzölle dar, die lokale Firmen bezahlen müssen, sogar für erneuerbare Energien Equipment. 1 Wp von Sharp Thailand kostet 2009 zwischen 3,5 und 4 USD in Kambodscha. Das ist immerhin schon weniger als 2008, als es noch zwischen 5 und 7 USD pro Wp kostete, aber immer noch weit mehr, als auf dem Weltmarkt. Und es liegt nicht nur am Preis: Angesichts der Qualität der verfügbaren Module könnte der Betrachter manchmal denken, dass nur zweite Wahl auf den kambodschanischen Markt kommt. Um diese Probleme zu überwinden, benötigt das Land eine bessere Regulierung des Imports, Qualitätskontrollen und spezielle Darlehen für Projekte der erneuerbaren Energien.

Und doch: Projekte erneuerbarer Energien können funktionieren

Trotz allem gibt es bereits einige technisch und finanziell machbare Projekte, wie das Dorfnetz von Anlong Tamey in der Provinz Battambang, das von einem Biomasse-Vergaser (29 kWel) versorgt wird, und einem Netzwerk von solaren Batterieladestationen in der Provinz von Kampong Chhnag. Beide Projekte wurden teilweise von der UNDP finanziert und zeigen, wie Projekte mit erneuerbaren Energien in Kambodscha funktionieren könnten. Beide Projekte involvieren sowohl den privaten Sektor, als auch die Dorfgemeinschaft, was für Kambodscha der beste Weg ist. Andere Projekte, die technisch und finanziell gut waren, sind gescheitert, weil sie diese beiden Gruppen nicht involvierten. Wie zum Beispiel das Hybrid-System mit Photovoltaik und Biogas (50 kWp PV, 35 kWel Biogasanlage), die das Ortsnetz von Prey No in der Provinz von Sihanouk Ville versorgte. Dieses Projekt ist seit Anfang 2009 außer Betrieb, weil die Dorfbewohner es nicht akzeptierten, einen höheren Stromtarif zu bezahlen. Sie konnten nicht verstehen, warum der Tarif angehoben wurde, nachdem die Betriebskosten im Vergleich zum Zeitpunkt der Übergabe gestiegen waren.



Bild 2: Hybrid 50 kWp PV und B35 kWel Biogas System, Provinz Sihanoukville

Solare Batterieladestation mit selbst erstelltem Nachführsystem

Die kambodschanische Nichtregierungsorganisation LOCal CAPacity Builder (LOCAP) hat in der Provinz Kampong Chhnag 4 Hybrid-Solar-Ladestationen eingeführt, eine Kombination von PV-Modulen mit einem 28 VDC Dieseldiesengenerator. Die 1,56 kWp PV Systeme verfügen jeweils über zwölf 130 Wp Sharp Module, die auf ein lokal entwickeltes Nachführsystem installiert sind.

Die zwölf PV-Module sind auf eine Unterkonstruktion aus Metall montiert, die beweglich mit einem Masten verbunden ist, der die Module bis zu einer Höhe von 3 m anhebt. 4 Stricke in den Ecken unter den Modulen ermöglichen es dem Bedienpersonal, das Nachführsystem manuell biaxial zu bewegen. Dieses System war von dem LOCAP Team im Rahmen des UNDP Projektes entwickelt worden und erhöht die Energieausbeute des PV Generators um ca. 30%. Jedoch auch mit diesem manuellen Nachführsystem kann die Batterieladestation nicht nur mit Solarenergie betrieben werden, da diese Energie an wolkenreichen Tagen und in der Regenzeit nicht ausreicht, um die Batterien der Kunden aufzuladen. In diesem Fall dient der Dieselmotor als Reserve für das solare System. Einen besonderen Kniff hat sich LOCAP für die Laderegelung ausgedacht. Sie nehmen keine aufwendigen Laderegler, sondern nutzen einfache Dioden. Diese bringen den Strom der Module in die Batterien und verhindern einen Rückfluss von Strom. Hierdurch sind die Module und ihre Bypassdioden geschützt und die Batterien werden sauber geladen. Es ist ein ähnlicher Ansatz wie das „menschliche Nachführsystem“, einfach, robust und funktionell.

Die 4 Solarhybrid-Ladestationen sind die ersten solaren Ladestationen in Kambodscha. Die ca. 2.500 anderen Batterieladestationen werden mit Diesel betrieben.

Die Einbindung der Dorfgemeinschaft

LOCAP implementierte 2009 die 4 Batterieladestationen zusammen mit 4 lokalen Unternehmern (Betreibern von Batterieladestationen) und der jeweiligen Dorfgemeinschaft. „LOCAP will als Nicht-regierungsorganisation nicht mit lokalen Unternehmern in Konkurrenz treten und deren Geschäft schmälern, sondern LOCAP möchte mit diesen zusammenarbeiten, um saubere und billige Ladeenergie anzubieten“ bekräftigte Hr. Kong Pharith, der Präsident von LOCAP. Die Dorfgemeinschaft wurde über die Einrichtung eines Dorf-Komitees involviert, das den Betrieb der Batterieladestation kontrolliert und für die Rücklagen verantwortlich ist, die von dem Gewinn aus der solaren Batterieladestation gebildet werden.

Im Rahmen des LOCAP UNDP Projektes der solaren Batterieladestationen bekamen die 4 Unternehmer, die bereits eine Batterieladestation betrieben hatten, das beschriebene PV-System geschenkt. Im Gegenzug müssen sie 50% ihres täglichen Gewinns einem Fonds zuführen. Die anderen 50% sind ihr eigenes Einkommen. Darüber hinaus haben sie die Auflage, ihre Dienstleistungen um 40% billiger als die mit Diesel betriebenen Batterieladestationen zu verkaufen (siehe Bild 5). Der Fonds wird zu gleichen Teilen für die Instandhaltung des PV-Systems, die Arbeit des Komitees, unter der Aufsicht von LOCAP, und der Bildung einer Rücklage genutzt. Diese so angesparte Rücklage kann dann für infrastrukturelle Maßnahmen in der Gemeinde und für die Gemeinschaft genutzt werden. Sie sichert aber auch die technische Untertützung von LOCAP für die Gemeinde und die Un-



Bild 3: ein kambodschanisches, mechanisch funktionierendes solares Nachführsystem

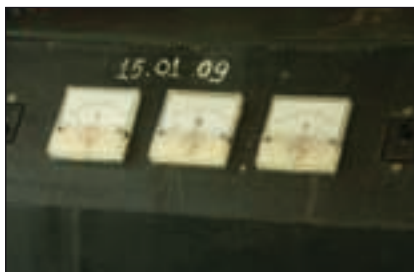


Bild 4: Selbsterstellte Ladekontrollvorrichtung und Dieselmotor



ternehmer, die die Batterieladestationen betreiben, zu, und zwar auch nach Ablauf der 12-monatigen UNDP-Projektphase. LOCAP hat hier ein Beteiligungskonzept entwickelt, das für beide, also für Unternehmer und die Gemeinde, eine Win-Win-Situation herbeiführt und zudem noch die Umwelt schützt.

Kostenstruktur

Die Investition für jede der 4 PV-Systeme betrug 8.000 USD. Die Tageseinkünfte belaufen sich auf ca. 8 USD. Die Ladekosten pro Batterie bewegen sich zwischen 0,20 und 0,30 USD, wie in der Tabelle 2 aufgeführt.

Die Betreiber der Batterieladestationen müssen ihre Geschäfte dokumentieren.

Jede aufgeladene Batterie wird zusammen mit den Einkünften für diesen Service vom Unternehmer in eine Liste eingetragen. Jeden Tag prüfen Vertreter des Dorf-Komitees die Tageseinkünfte der Batterieladestation, unterschreiben die Dokumentation (siehe Bild 5) und kassieren 50% der Tageseinkünfte für den Fonds. Diese tägliche Kontrolle durch mehr als eine Person garantiert eine sichere und korruptionsfreie Basis für den Betrieb der Ladestation und den Fonds für die Dorfgemeinschaft. Sie verhindern auch Neid und Eifersucht von Dorfbewohnern, die nicht direkt in das System eingebunden sind, erklärt Hr. Kong Pharith.

Dieses System konnte nur von LOCAP umgesetzt werden, da LOCAP neben der technischen Unterstützung ein breit angelegtes Schulungsprogramm durchgeführt hat, das alle Akteure in die Lage versetzte ihre Aufgabe im Projekt erfolgreich wahrzunehmen. LOCAP will den weiteren Betrieb der Ladestationen außerdem für mindestens 3 weitere Jahre unterstützen.

Klar ist: Um die Nutzung erneuerbarer Energien in Kambodscha zu verbreiten, sind unbedingt Konzepte notwendig, die den lokalen Gegebenheiten angepasst sind und die lokale Bevölkerung mit einbinden.



Bild 5: Das Laden der Batterien und die Liste der täglichen Einkünfte

Tabelle 2: Ladepreise für herkömmliche und solar geladene Batterien

Elektrische Kapazität	Voltage	Ladepreis solar in USD	Ladepreis normal in USD
50 Ah	12	0,20	0,33
70 Ah	12	0,25	0,38
100 Ah	12	0,30	0,50

ZUR AUTORIN:

► *Dipl.-Ing. Antje Klauß-Vorreiter* ist Projektmanagerin für Umwelttechnik. Sie ist Vizepräsidentin der DGS und koordiniert die DGS-Projekte REEPRO und SOLPOOL.

vorreiter@dgs.de