

Ländliche Elektrifizierung – ein integrativer Ansatz

M. Landau¹, J. Schmid^{1,4}, P. Strauß¹, R. Geipel¹, M. Vandenberg¹, S. Berthold¹, S. Gerbig¹,
M. Hämmerling¹, T. Martin¹, P. Isfort², G. Cramer³, T. Heinzemann³, M. Rothert³,
P. Schweizer-Ries⁵, S. Graumann⁵, A. Hetzer⁵

¹ Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) e.V., Königstor 59, D-34119 Kassel,
Tel.: +49 561 7294-0, Fax: +49 561 7294-200, E-Mail: mlandau@iset.uni-kassel.de

² REMIS GmbH, Mathias-Brüggen-Straße 67-69, D-50829 Köln
Tel.: +49-221-956500-0, Fax: +49-0221-956500-49, www.remis.de

³ SMA Technologie AG, Hannoversche Str. 1-5, D-34266 Niestetal
Tel.: +49-561-9522-0, Fax: +49-561-9522-100, www.sma.de

⁴ Universität Kassel, Fachbereich 16, Fachgebiet IEE, Rationelle Energiewandlung,
Wilhelmshöher Allee 71 –73, D-34121 Kassel,
Tel.: +49 561 804-6201 Fax: +49 561 804-6434, E-Mail: jschmid@uni-kassel.de

⁵ Universität Magdeburg, Psychologisches Institut, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg,
Tel: +49-391-67-18471, Fax: +49-391-67-11963, upsy@gse-w.uni-magdeburg.de

1 Einleitung

Mit der Elektrifizierung von ländlichen Gebieten ist im Allgemeinen das Ziel verbunden, Standortfaktoren zu verbessern um nachhaltig die regionale wirtschaftliche Entwicklung zu unterstützen und damit Armut und Landflucht zu bekämpfen. Damit dies auch dauerhaft gelingen kann, müssen bei der Elektrifizierung verschiedene Faktoren berücksichtigt werden.

Die Erfahrungen aus verschiedenen Elektrifizierungsprojekten zeigen, dass neben einer guten Technik, der frühzeitigen Einbindung der künftigen Stromnutzer auch der Projektbegleitung nach der Inbetriebnahme eine sehr wichtige Rolle zukommt. Dabei ist das gemeinsame Lernen aus den ersten Erfahrungen besonders wichtig.

Das nachfolgend vorgestellte Projekt wird von verschiedenen Partnern getragen und ist bisher ohne öffentliche Projektförderung realisiert worden. Der Dialog zur optimalen Nutzung und zu gegebenenfalls notwendigen Systemveränderungen ohne zeitliche Befristung, wie sie in konventionellen Projekten vorgegeben ist, ist dabei ein wichtiger Bestandteil der erfolgreichen Kooperation.

2 Projekt und Ansatz

Das gambische Dorf Darsilami grenzt südlich an den Senegal (vgl. Bild 1). In diesem Dorf betreibt die deutsche Hilfsorganisation *Hilfs-Center-Essen-Darsilami in Gambia/Westafrika* e.V. seit acht Jahren eine kleine Ambulanz. Diese sollte nun zu einer

kleinen poliklinischen Station ausgebaut und mit einer hybriden Stromversorgungsanlage (PV, Diesel) ausgestattet werden. „Überschüssiger“ Strom ist für die Versorgung der Dorfgemeinschaft, beispielsweise mit Licht für öffentliche Straßen oder Plätze, eingeplant. Langfristig soll durch den stufenweisen Ausbau des Hybridsystems zu einem kleinen Netz mit verteilten Einspeisern die Versorgung des gesamten Dorfes mit Elektrizität erreicht werden.

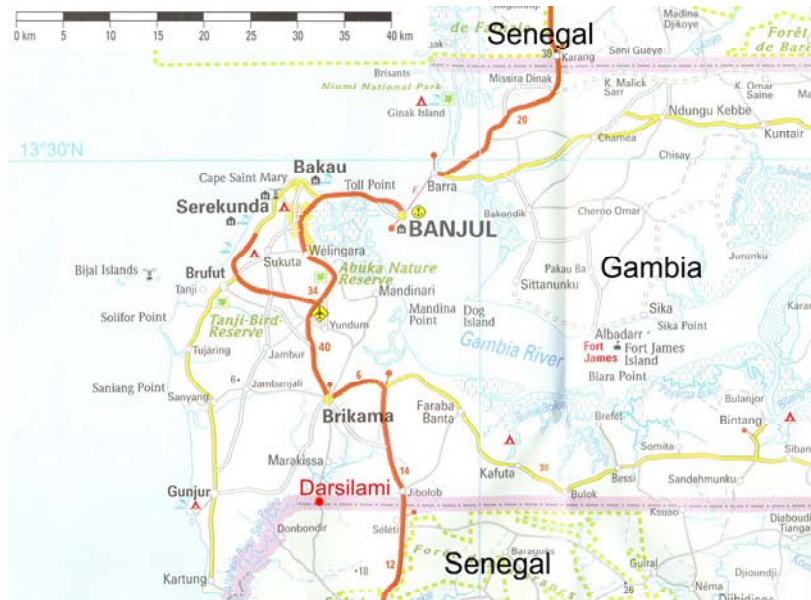


Bild 1: Geographische Lage des Dorfes Darsilami im westafrikanischen Gambia. Darsilami zählt 3000 bis 4000 Einwohner, die in ca. 300 Häusern/Hütten, sogenannten „Compounds“ leben.

Um dieses ehrgeizige Ziel erreichen zu können, wurde bei der Projektentwicklung ein integrativer Ansatz gewählt, der sowohl die technischen als auch die sozio-ökonomische Anforderungen berücksichtigt. Hierfür arbeiten Ingenieure und Umweltpsychologen eng zusammen. Dabei ist „Nachhaltigkeit“ ein wichtiger Ansatzpunkt. Sie soll zum einen durch den Einsatz von hochwertiger, innovativer Technik mit einem technischen Monitoring und zum anderen durch eine intensive Einbindung der Einwohner Darsilamis in das Geschehen um das Stromversorgungssystem erreicht werden. Durch diesen Partizipationsansatz soll ein Abhängigkeitsverhältnis zwischen den Geberorganisationen und dem Dorf Darsilami vermieden werden.

3 Projektentwicklung

Im Frühjahr 2003 wurde die Idee geboren, die geplante Klinik des „Hilfs-Center-Essen“ (kurz HCE) in Darsilami mit einer Stromversorgungsanlage auszustatten. Neben dem Klinikbetrieb des HCE war eine Werkstatt angedacht, in der gesammelte Brillen für die bedürftige Bevölkerung umgearbeitet werden.

Die nächsten wesentlichen Schritte folgten jeweils einige Monate später. Im Rahmen ihrer Master Thesis [1] ermittelte Jennifer Hunt (Universität Kassel) im August 2003 wichtige lokale Rahmenbedingungen. Im Frühjahr 2004 folgte dann der Aufenthalt von

Jun. Prof. Dr. Petra Schweizer-Ries und Prof. Dr. Jürgen Schmid in Darsilami. In Gesprächen mit der Dorfversammlung, dem Dorfcchef und verschiedenen kleineren Gruppen wurde dabei das geplante Projekt erläutert und auf die Bedürfnisse der Dorfbevölkerung abgestimmt. Bei diesem Aufenthalt wurde auch bekannt, dass in Darsilami schon einmal ein funktionierendes Solarsystem zur Wasserförderung vorhanden war. Dieses System funktioniert nicht mehr, weil Solarmodule gestohlen wurden.

Im August 2004 konnte mit den Abnahmetests wichtiger Komponenten (Batterien, PV-Module, Wechselrichter usw.) begonnen werden. Danach folgten erste Systemtests im DeMoTec, dem Test- und Prüfzentrum des ISET. Im Oktober wurde das PV-Diesel-Hybridsystem in den Container eingebaut und abschließend getestet. Nach vierwöchigem Transport erreichte der „Energie-Container“ am 24. November seinen neuen Standort im Dorf Darsilami. In den folgenden Tagen bauten Tobias Martin und Martin Hämmerling gemeinsam mit einigen Dorfbewohnern den Solargenerator auf und nahmen die Stromversorgung in Betrieb. In der Zeit bis zum 8. Dezember 2004 konnten die lokalen Techniker in die Handhabung des Versorgungssystems eingewiesen und erste Betriebserfahrungen vor Ort gesammelt werden.

Zwei Wochen vor dem Eintreffen des Containers hatte die kultur- und umweltpsychologische Arbeit der Universität Magdeburg in Darsilami begonnen. Die Psychologiestudentin Antje Hetzer und Salome Graumann, Studentin im Studiengang ‚cultural engineering KWL‘, befragten während ihres Aufenthalts in Darsilami vom 10.11.2004 bis zum 01.12.2004 die Bevölkerung nach Erwartungen und Kenntnissen bezüglich des Solarsystems. Den von der Dorfgemeinschaft ausgewählten lokalen Technikern wurden in einer Schulung sowie verschiedenen Übungen und Gesprächen die Grundlagen eines verantwortungsbewussten Umgangs mit dem Solarsystem und eines sinnvollen Stromverbrauchs vermittelt. Bild 2 gibt einen Überblick über die beteiligten Partner mit ihren Aufgaben.

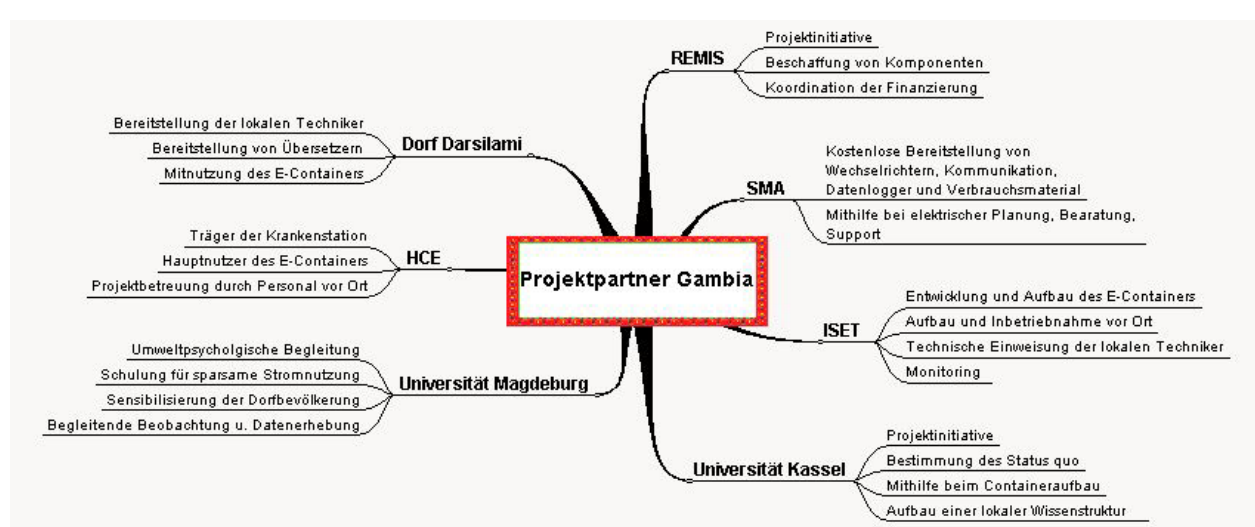


Bild 2: Beteiligte Projektpartner und Aufgabenverteilung

4 Technische Projektbeteiligung

Bei der Konzepterstellung spielte das Ziel einer nachhaltigen Entwicklung des Stromversorgungssystems eine zentrale Rolle. Zunächst galt es, den aktuell geplanten Strombedarf der Klinik des HCE sicherzustellen. Folgende leistungsstarke Verbraucher werden erwartet: Sterilisator (850 W), Beleuchtung (250 W), Zentrifuge (150 W), zwei Kühlschränke (40 W /150 W) und ein Mikroskop (35 W). Zusätzlich sind die Beleuchtung des Dorfplatzes (40 W) und der Betrieb einer Ladestation für Mobiltelefone (60 W) vorgesehen. Diese Verbraucherliste wird mittelfristig durch den Bau eines Personalhauses für Praktikanten und Gäste erweitert werden. Nicht zu vernachlässigen sind die kontinuierlichen Bauarbeiten, bei denen elektrisches Werkzeug (Schweißgerät, Bohrmaschine, Säge etc.) zum Einsatz kommt.

Unter diesem Erweiterungsaspekt wurden eine Technik gewählt, die eine bedarfsgerechte Erweiterung problemlos und nachhaltig ermöglicht. Die technologische Basis ist die vom ISET in Zusammenarbeit mit SMA entwickelte und zwischenzeitlich vielfach erprobte modulare Systemtechnik mit Wechselstromkopplung, bei der sich die Batteriewechselrichter ähnlich wie konventionelle rotierende Generatoren verhalten [2-6]. Durch diese Eigenschaft ist es möglich, mehrere Stromerzeuger und Lasten wie in konventionellen elektrischen Netzen (230 V, 50 Hz) zu koppeln.

Die Stromversorgung des HCE-Darsilami wurde mit zwei 1,5-kWp-Photovoltaikgeneratoren ausgestattet, die jeweils über einen Sunny Boy™-Solarwechselrichter in das einphasige Inselnetz (230 V, 50 Hz) einspeisen. Dieses wird von einem Sunny Island™-Batteriestromrichter gebildet, der bei erhöhtem Leistungsbedarf durch einen zweiten unterstützt wird. Der Batteriespeicher besteht aus 30 stationären Blei-Gel-Zellen mit je 300-Ah-Kapazität (C_{10}). Für Zeiten mit erhöhtem Energiebedarf steht ein einphasiger Dieselstromerzeuger zur Verfügung. Die Aufzeichnung der Betriebsdaten übernimmt ein Steuergerät Sunny Boy Control (SBC) mit GSM-Modem. Das Versorgungssystem befindet sich vollständig in bzw. auf einem Container, der so bemessen ist, dass der Ausbau auf insgesamt drei PV- und drei Batteriewechselrichter möglich ist.

Erfahrungen aus anderen Projekten haben gezeigt, dass ein technisches Monitoring wichtig ist, um den Anlagenbetrieb optimieren zu können [7]. Neben der elektronischen Aufzeichnung der Betriebsdaten mit dem SBC werden Energieströme und Betriebszeiten durch einfache Zähler erfasst, deren Anzeigen von den lokalen Technikern ohne weitere Hilfsmittel abgelesen und in einem Logbuch dokumentiert werden können.

Ende November 2004 konnten die lokalen Techniker im Umgang mit dem System geschult und mit ihren Aufgaben vertraut gemacht werden. Hierzu zählt u.a. das regelmäßige Ablesen der Zähler und die Reinigung der Solarmodule, wie Bild 3 zeigt.



Bild 3: Einweisung der lokalen Techniker (links) in die Stromversorgungsanlage und erste Reinigung der Solarmodule (rechts)

5 Kultur- und umweltsychologische Projektbeteiligung

Die kultur- und umweltsychologischen Aktivitäten der Studentinnen der Universität Magdeburg konzentrierten sich zum einen auf die Projekteinbindung der Bevölkerung Darsilamis sowie deren Sensibilisierung bezüglich der Eigenschaften der Solaranlage und zum anderen auf die Schulung der lokalen Techniker (Partizipationsansatz).



Bild 4: Interview in einem Compound

In 31 qualitativen Interviews wurden zufällig ausgewählte Compounds befragt, welche Erwartungen und Kenntnisse in Bezug auf das Solarsystem bestehen und wie sich die Kultur durch das Vorhandensein von Strom verändern wird. Die Befragungen wurden von der Dorfbevölkerung mit regem Interesse verfolgt. Aufgrund der Gespräche beschäftigten sich die Menschen im Dorf sehr bewusst mit den Geschehnissen um das Solarsystem. Die Pro-

banden äußerten häufig ihren Dank gegenüber den Geberorganisationen. Aufgrund der schlechten Erfahrung mit dem Solarsystem für die Wasserpumpe hat die Bevölkerung Darsilamis bereits zur Kenntnis genommen, wie wichtig das Wahrnehmen einer Eigenverantwortung ist. Viele der Befragten machten deutlich, dass ihnen ein langandauerndes Funktionieren des neuen Solarsystems ein sehr wichtiges Anliegen sei und sie bereit wären, dafür materielle Güter und Zeit einzusetzen.

Neben der Sensibilisierung der Dorfbewohner hinsichtlich der Eigenschaften des neuen Solarsystems war die Ausbildung der vom Dorf ausgewählten Techniker wichtig. Die durchgeführte Schulung gliederte sich in zwei Teile. Im ersten Teil wurde die allgemeine Funktion eines Solarsystems und der einzelnen Komponenten beleuchtet. Anhand einer graphischen Darstellung wurden im Dialog mit den lokalen Technikern die Grundlagen einer sinnvollen Energienutzung in Abhängigkeit von externen Faktoren wie Wetter oder Arbeitsaufwand im Health Center erarbeitet. Das Solarsystem wurde dabei gegenüber dem Dieselgenerator als vorrangig zu wählende Energiequelle herausgestellt. Der zweite Schulungsteil ging auf die konkrete Situation vor Ort ein und appellierte an die Vorbildwirkung und Verantwortung der Techniker gegenüber der Dorfgemeinschaft. Im Mittelpunkt stand der sinnvolle und energiesparende Umgang mit elektrischen Geräten. Thematisiert wurde außerdem der mögliche Missbrauch des kollektiven Gutes „Strom“ für private oder kommerzielle Zwecke. Durch Rückfragen, Wiederholungen und das Darstellen eigener Gedankengänge signalisierten die lokalen Techniker, dass sie die Schulungsinhalte verstanden und verinnerlicht hatten und diese unterstützen. Ihre zukünftige Tätigkeit als lokale Techniker gingen sie sehr motiviert an. Organisatorische Details, wie die Dienstpläne und das Arbeitsentgelt für die lokalen Techniker werden vom Alkalo (Dorfchef) in der Dorfversammlung angesprochen und dort in Eigenverantwortung entschieden.

6 Zusammenfassung und Ausblick

Am Beispiel der Stromversorgung des Dorfes Darsilami in Gambia wird gezeigt, dass sich mit Hilfe neuer Technologien in Kombination mit einer integrativen Bearbeitung aller erforderlichen Aspekte neue Wege für die ländliche Elektrifizierung erschließen lassen. Grundlage unseres interdisziplinären Ansatzes sind einerseits eine Technik, die sich standardisieren und modular erweitern lässt und andererseits die partnerschaftliche Zusammenarbeit zwischen Akteuren in der industrialisierten Welt und denen betroffener Schüsseleinrichtungen der zu entwickelnden Gebieten.

Aus heutiger Sicht ist der erste Schritt für die Elektrifizierung Darsilamis mit erneuerbaren Energien getan. Die dabei eingesetzte Technologie der wechselstromseitigen Kopplung aller Stromverbraucher und -erzeuger ermöglicht einen dezentralen, kosteneffizienten Systemausbau, der sich an dem zeitlichen Maß der wirtschaftlichen Entwicklung des Dorfes orientieren kann. Die Ausbildung von Dorfbewohnern zu lokalen Technikern sichert die Anlagenbetreuung vor Ort. Für das gemeinsame Lernen wurde ein Monitoring installiert, welches auch zukünftig Besuche vor Ort beinhaltet.

Damit der Entwicklungsimpuls weitergegeben werden kann, ist jedoch der Aufbau einer lokalen Wissensstruktur unverzichtbar, die weit über das bisher durchgeführte Training der lokalen Techniker hinausgeht. Deshalb sind bereits Gespräche über den Aufbau

von Ausbildungsstrukturen im Technikbereich, auf der universitären Ebene und in weiterführenden Schulen geführt worden. Diese gilt es in den nächsten Monaten und Jahren mit Leben zu erfüllen.

Danksagung

Die Autoren danken allen, die dieses Projekt mit ihrem Wissen, ihrer Mitarbeit oder finanziellen Beiträgen aktiv unterstützt haben.

Literatur

- [1] Hunt, J.: Rural Health Centre Electrification - Design and Recommendations for The Gambia, West Africa. Unpublished Master Thesis of University Kassel & Loughborough University, 2003
- [2] Engler, A., C. Hardt, Ph. Strauß, M. Vandenberg: Parallel Operation of Generators for Stand-Alone Single Phase Hybrid Systems, EPVSEC, Munich, 10/2001
- [3] Engler, A.: Regelung von Batteriestromrichtern in modularen und erweiterbaren Inselnetzen, Verlag Dissertation.de, Berlin, 05/2002, ISBN 3-89825-439-9
- [4] A. Engler, C. Hardt, N. Bechtel, M. Rothert: Next Generation of AC Coupled Hybrid Systems – 3 phase parallel operation of grid forming inverters; 2nd European PV-Hybrid and Mini-Grid Conference, OTTI, Kassel, Oktober 2003
- [5] J. Schmid, P. Schweizer-Ries, Ph. Strauß: Photovoltaik-Mininetze für ländliche Entwicklung – Elektrizität abseits der Stromnetze. Monatsmagazin ERNEUERBARE ENERGIEN; Ausgabe 12/2003, Dezember 2003
- [6] M. Rothert, G. Cramer: Felderfahrten mit AC-gekoppelten Hybridsystemen. Monatsmagazin ERNEUERBARE ENERGIEN, Ausgabe 10/2003, Oktober 2003
- [7] M. Landau, R. Geipel: Modulare PV-Hybridsysteme für netzferne Gebiete – Pilotanlagen Kythnos und Starckenburger Hütte. In: Neuntes Kasseler Symposium Energie-Systemtechnik, ISET, Kassel, November 2004

Rural electrification – an integrated approach

M. Landau¹, J. Schmid^{1,4}, P. Strauß¹, R. Geipel¹, M. Vandenberg¹, S. Berthold¹, S. Gerbig¹,
M. Hämmerling¹, T. Martin¹, P. Isfort², G. Cramer³, T. Heinzemann³, M. Rothert³,
P. Schweizer-Ries⁵, S. Graumann⁵, A. Hetzer⁵

¹ Institut für Solare Energieversorgungstechnik (ISET) e.V., Königstor 59, D-34119 Kassel,
Tel.: +49 561 7294-0, Fax: +49 561 7294-200, E-Mail: mlandau@iset.uni-kassel.de

² REMIS GmbH, Mathias-Brüggen-Straße 67-69, D-50829 Köln
Tel.: +49-221-956500-0, Fax: +49-0221-956500-49, www.remis.de

³ SMA Technologie AG, Hannoversche Str. 1-5, D-34266 Niestetal
Tel.: +49-561-9522-0, Fax: +49-561-9522-100, www.sma.de

⁴ Universität Kassel, Fachbereich 16, Fachgebiet IEE, Rationelle Energiewandlung,
Wilhelmshöher Allee 71 –73, D-34121 Kassel,
Tel.: +49 561 804-6201 Fax: +49 561 804-6434, E-Mail: jschmid@uni-kassel.de

⁵ Universität Magdeburg, Psychologisches Institut, Universitätsplatz 2, D-39106 Magdeburg,
Tel: +49-391-67-18471, Fax: +49-391-67-11963, upsy@gse-w.uni-magdeburg.de

The combination of innovative modular standard technologies with an interdisciplinary approach can meet all the requirements for the creation of a sustainable rural electrification strategy. This concept has been applied for the electrification of the Darsilami village in Gambia, where a North-South partnership based collaboration between the different stakeholders has been initiated.

The first steps towards the sustainable electrification of the Darsilami village have been realized. All the generators are coupled on the AC side using the innovative inverter technology, which will allow to easily expand the capacity of the power system according to the future needs of the village population. The training of local operation and maintenance staff increases the system's reliability. Additionally, a long term monitoring system has been integrated and will provide highly valuable historical data.

In order to promote the future replication of such rural electrification projects with renewable energies, it is essential to establish a local scientific structure, which goes far beyond the training of local technicians. Therefore, it is planned in the coming months to build adapted technical capacities at different academic levels (University, Technical schools,...).