

## **PV-basierte Aufladestation für Geräteakkumulatoren zur verbesserten ländlichen Elektrifizierung in Nordkenia**

Masterarbeit im Studiengang Regenerative Energien und Energieeffizienz

Fachgebiet Agrartechnik

1. Prüfer: Prof. Dr. Oliver Hensel
2. Prüfer: PD Dr. Brigitte Kaufmann

Vorgelegt von: Daniel Fuchs

Witzenhausen, Dezember 2007

### Zusammenfassung

Die markante Relation zwischen einer ausreichend gesicherten Energiebereitstellung und der Entwicklung ländlicher Gebiete erfordert es, alternative Versorgungsstrukturen zu überdenken. Viele Bewohner abgelegener Regionen insbesondere in Drittweltländern sind heute auf Gebrauch von Primärbatterien als einzige elektrische Energiequelle angewiesen, um wichtige Bedürfnisse nach Beleuchtung und Information bzw. Kommunikation mit Hilfe einfacher Geräte wie Taschenlampen und Radio zu erfüllen. Eine auf Primärbatterien basierende Energieversorgung beinhaltet allerdings auch Problematiken. Neben hohen ökonomischen Belastungen für kapitalschwache Haushalte verursachen elektrochemische Zellen bei einer unkontrollierten Entsorgung in der Umwelt Fremdstoffeinträge in das lokale Ökosystem. Eine Verbesserung dieser komplexen, allgemein auftretenden Situation in einem konkreten Fall war die Herausforderung für diese Arbeit, die sich folgender Fragestellungen widmete:

„Kann eine auf Photovoltaik basierte Aufladestation für Geräteakkumulatoren zu einer verbesserten ländlichen Elektrifizierung im Norden Kenias beitragen und helfen, den durch Primärbatterien verursachten Müll zu verringern? Welche Auswirkungen hat eine solche Umstellung auf die gegebenen ökonomischen und soziokulturellen Verhältnisse der Einwohner sowie auf die Ökologie der Landschaft?“

Primär- und Sekundärbatterien sind komplexe chemische Speicher, die elektrische Energie zur Verfügung stellen können. Insbesondere in den letzten

Jahrzehnten hat die Weiterentwicklung von leistungsstarken Geräteakkumulatoren mit relativ hoher Energiedichte große Fortschritte gemacht, da die Nachfrage für mobile elektrische Geräte sehr stark anstieg. Die richtige Anwendung von Akkumulatoren erfordert jedoch die Kenntnis wichtiger Merkmale, um Vorteile gegenüber Primärbatterien möglichst effektiv nutzen zu können. Allerdings haben alle elektrochemischen Zellen nicht nur Vorteile, denn ihre Inhaltsstoffe bergen insbesondere bei der Entsorgung die Gefahr, sowohl Umweltbelastungen als auch humanmedizinische Folgen zu verursachen.

Die Photovoltaiktechnologie ermöglicht es, einen Teil der von der Sonne in Form von Strahlung bereitgestellten Energie in elektrische Energie zu wandeln. Diese von anderen Netzen unabhängige Stromquelle stellt vor allem bei der Versorgung ländlicher Regionen ein hohes Potential dar, das nach geographisch bedingten Einstrahlungsvorkommnissen und nach einem Vergleich der Kosten und Aufwendungen alternativer Versorgungskonzepte beurteilt werden muss. Der Norden Kenias bietet gute Voraussetzungen Photovoltaik zu nutzen, um Ladegeräte für Geräteakkumulatoren zu betreiben. Dabei muss jedoch bei der Einführung beider dort bisher nicht verbreiteter Technologien darauf geachtet werden, dass diese Neuerungen an die lokalen Gegebenheiten angepasst werden. Hierzu müssen partizipative Ansätze bei der Erforschung wichtiger Daten sowie bei der Umsetzung berücksichtigt werden.

Zu Beginn der Idee einer durch Photovoltaik betriebenen zentralen Aufladestation für Geräteakkumulatoren als Alternative zur Verwendung von Primärbatterien stellte sich die Grundfrage nach einem Vergleich unterschiedlicher Batteriearten. Zu diesem Zweck wurden zahlreiche Kapazitätsmessungen durchgeführt. Dabei zeigte sich als Hauptergebnis, dass die üblicherweise in Ngurunit, Kenia, erhältlichen Zink-Kohle-Primärmonobatterien eine für ihre Baugröße im Vergleich sehr geringe Kapazität aufweisen. Moderne Mignon-Nickelmetallhydridakkumulatoren übertreffen diese deutlich.

Technische Voraussetzungen einer auf einem Solarmodul basierten Aufladestation zielten in erster Linie auf die Erprobung unterschiedlicher Möglichkeiten zur Integration von Akkuladegeräten in das Gesamtsystem. Außerdem lagen Schwerpunkte darauf, die Handhabung einfach zu gestalten und eine flexible Anpassung an lokale Gegebenheiten durch eine modulare Bauweise zu ermöglichen. Die tatsächliche Gestaltung wurde letztendlich erst direkt vor Ort in Ngurunit, Nordkenia, festgelegt, nachdem wichtige Komponenten auf dem kenianischen Markt eingekauft wurden. Ein installiertes 50 Watt Solarmodul stellt

den Generator für den gleichzeitigen Betrieb von maximal sieben Aufladestationen für jeweils acht Kleinakkumulatoren. Dabei wurde nach Überlegungen eine 12 V-Speicherbatterie in das System integriert, um einen konstanten Betrieb sicherzustellen. Um eine Verwendung der Mignonakkumulatoren in Geräten, die auf Monobatterien ausgelegt sind, zu ermöglichen, wurden außerdem lokal gefertigte Baugrößenadapter entworfen. Knapp 200 Akkumulatoren standen zu Beginn an der zentralen Aufladestation zum Verkauf zur Verfügung. Diese können dort von bisherigen Primärbatterieverbrauchern erworben werden und anschließend zu einem relativ günstigen Preis wieder aufgeladen werden. Ökonomische Betrachtungen zeigen dabei selbst bei einem höheren Anschaffungspreis für Akkumulatoren als für Primärbatterien große langfristige Vorteile für Verbraucher. Damit dieses Projekt eigenständig und nachhaltig fortgeführt werden kann, muss aber auch eine wirtschaftliche Betrachtung der Betreiberseite positiv ausfallen. Dies kann grundsätzlich bestätigt werden, wobei der Gewinn stark davon abhängt, in wieweit Investitionen in Akkumulatoren zwischen Betreiber und Verbraucher aufgeteilt werden. Außerdem hängen sowohl die technische Auslegung und dadurch bedingt auch der ökonomische Erfolg in großem Maße von der Nachfrage der Verbraucher ab. Um eine Potentialabschätzung zu ermöglichen, wurden Interviews mit Einzelpersonen in Ngurunit durchgeführt. Diese zeigten sehr großes Interesse an einer Umstellung der Energieversorgung von Primärbatterien auf Akkumulatoren. Außerdem erlaubten die offenen Befragungen, die Relevanz einer auf Batterien basierenden Energiebereitstellung für abgelegene Regionen zu erkennen und lieferten interessante Einblicke in soziokulturelle Zusammenhänge. Im Juli 2007 startete der Betrieb einer zentralen, auf Photovoltaik basierenden Aufladestation für Geräteakkumulatoren in Ngurunit, Nordkenia. Auswertungen der ersten viermonatigen Betriebsdaten zeigten bisher eine Diskrepanz zwischen theoretischen Erwartungswerten und einem realen Erfolg insbesondere hinsichtlich der ökonomischen Rentabilität. Dabei stellten sich mehrere Unsicherheitsfaktoren heraus, die definitive Aussagen über mögliche Ursachen erschweren.

Eine Hinterfragung und Diskussion der bisherigen Betriebsdaten zeigt, dass eine Auslegung sowohl der Photovoltaikanlage als auch der eingesetzten Komponenten wesentlich geringer hätte ausfallen können, um die momentane Nachfrage zu decken. Eine ökologische Begutachtung des Projekts lässt vor allem auf lokaler Ebene Vorteile erkennen. Diese Tatsache und die theoretischen

ökonomischen Vorteile einer zentralen Aufladestation für Geräteakkumulatoren sowie eine positive Bewertung soziokultureller Auswirkungen tragen dazu bei, dass dieses Vorhaben im Allgemeinen als eine Angepasste Technologie bezeichnet werden kann. Optimierungen vorausgesetzt, beinhaltet die Idee einer auf erneuerbare Energien gestützten, zentralen Aufladestation für Geräteakkumulatoren als Alternative zur Verwendung von Primärbatterien ein großes Potential, zur Verbesserung der Versorgung ländlicher Regionen beizutragen.