

Overcoming the Digital Divide by Using Renewable Energies

Überwindung der „Digital Divide“ durch Nutzung erneuerbarer Energien (ODDURE)

Projekt: Overcoming the Digital Divide by Using Renewable Energies

Laufzeit: 01.12.2015 bis 31.12.2017

Gesamtprojektkosten: 207.931,91 €

Davon Förderung: 218.000,00 €

Projektleiter:

Prof. Dr.-Ing. Stefan Ströhla

Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik

Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

Eine autarke Stromversorgung hat in den europäischen Ländern längst Einzug gehalten. Anders als in Industrieländern kommt der Autarkie in Regionen ohne Anschluss an das Stromnetz, also in nahezu allen Schwellen- und Entwicklungsländern, eine besonders hohe Bedeutung zu. Denn nur durch eine ausreichende und bezahlbare Energieversorgung von Privathaushalten, Unternehmen, Schulen und Krankenhäusern kann dort wirksam gegen die vorherrschende Armut und soziale Missstände vorgegangen werden. Darüber hinaus steigen die wirtschaftlichen und sozialen Entwicklungschancen der Bevölkerung, wenn die Möglichkeit des Zugangs zu modernen Kommunikationstechniken gewährleistet ist. Das Forschungsprojekt ODDURE hat dazu einen Prototyp einer Hybrid-Energieanlage für Inselnetze entwickelt, welcher speziell für den Einsatz in Indien aber auch in anderen Entwicklungs- und Schwellenländern konzipiert wurde.

Ziele

Das Forschungsprojekt hatte das Ziel, ein netzunabhängiges Inselsystem als Voraussetzung für digitale Anbindung des ländlichen Raums in Indien zu entwickeln, welches die Energiequellen Wind, Sonne und Invertgenerator mit einem Batteriespeicher verbindet und die Energieversorgung eines autarken Funkmastes bereitstellt. Dabei galt es, einen Prototyp einer Kleinwindanlage (KWEA) für den Einsatz in einem Windkanal zu konzipieren, welcher dann nach einer erfolgreichen Inbetriebnahme als Pilot für den Feldeinsatz herangezogen werden kann. Dies umfasste die Integration von Photovoltaikmodulen, eines Invertgenerators und eines Energiespeichers in die Hybrid-Energieanlage sowie die Entwicklung von Hard- und Software für den intelligenten Controller und ein Monitoring-System zur Fernüberwachung. Da die KWEA aus einem Windrotor mit vertikaler Drehachse bestehen sollte, war eine Weiterentwicklung dieser Anlagenform zentraler Gegenstand des Forschungsprojekts. Der vertikale Rotor sollte durch speziell angeordnete Leitelemente die Windnutzung und damit die Leistungsausbeute verbessern.

Projektverlauf

Basierend auf den Ergebnissen des Vorlauforschungsprojekts „VertiVent“ wurden zu Beginn von ODDURE verschiedene

ne Konzepte für die Anordnung der Windleitelemente (WLE) beziehungsweise des Stators um den Rotor herum numerisch analysiert. Die Geometrie des Rotors entspricht hierbei den realen Verhältnissen, die durch dessen Vermessung ermittelt wurden. Es wurden Anordnungen betrachtet, bei welchen die WLE jeweils paarweise eingesetzt sind. Dies hatte sich im Rahmen von Vorbetrachtungen als vorteilhaft erwiesen. Um die Statorgeometrie weiter zu optimieren, wurden einige Parameter variiert wie zum Beispiel die Anzahl der WLE-Paare, Statordurchmesser, Abstand Rotor/Stator, radialer Blechabstand, tangentialer Blechabstand oder die Blechlänge. Insgesamt wurden 13 Varianten eingehend betrachtet. Für jede Variante wurden mehrere Simulationen zur Ermittlung der anfallenden Leistung in Abhängigkeit von der Drehzahl für Windgeschwindigkeiten von 4 m/s bis 14 m/s durchgeführt. Die numerischen Analysen erfolgten mit einem speziellen Softwarepaket (OpenFOAM).

Im weiteren Projektverlauf stand die Konstruktion der KWEA im Fokus. Bei der Konstruktion wurde die zuvor durch Simulation als optimal identifizierte Variante des Stators umgesetzt. Hierbei war zu beachten, den Stator transport- und montagegerecht zu gestalten, da dieser für Testzwecke im Böenwindkanal der Universität Stuttgart zu installieren war. Die Fertigung, Montage und Inbetriebnahme der Anlage übernahm der Projektpartner aus der Industrie, Bavarian Optics GmbH. Zur Verifikation der Simulation wurde die KWEA zusammen mit der optimalen Stator-Variante realisiert und im Windkanal der Universität Stuttgart aufgebaut (siehe Abbildung 1). Unter Betriebsbedingungen konnten die Eigenschaften der KWEA

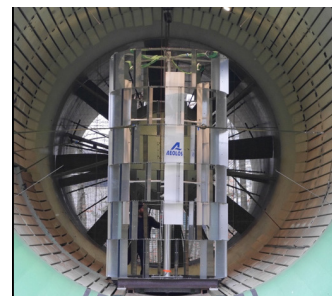


Abbildung 1: Aufbau der KWEA im Windkanal der Universität Stuttgart

untersucht und deren Leistungsparameter aufgenommen werden. Die umfangreichen Versuchsreihen wurden zunächst für die KWEA mit WLE und nach der Demontage des Stators nochmals ohne WLE durchgeführt.

Anschließend stand die Auswahl der Photovoltaik-Module

(PVM) im Fokus der Arbeiten. Für die Stromumwandlung kam ein Solarwechselrichter mit einer Nennleistung von 2,5 kW zum Einsatz. Die Dimensionierung der Solaranlage wurde dabei durch mehrere Faktoren bestimmt. Einen Faktor stellt die standortabhängige Bewertung dar, um zu bestimmen, mit welcher Anzahl an PVM die benötigte Energiemenge erreicht werden kann. Dies wird zum einen maßgeblich von den durchschnittlichen Sonnenstunden und zum anderen von der zu erwartenden Windenergiemenge beeinflusst. Ein weiterer Aspekt ist die Größe des Energiespeichers, da dieser einerseits Windstillen und bewölkte beziehungsweise dunkle Zeiten abfangen soll, andererseits auch während sonniger beziehungsweise windiger Zeiten geladen werden muss. Die PVM wurden vor Verwendung in der Versuchsanlage im Labor hinsichtlich ihrer Eigenschaften überprüft. Zur Bestimmung der Eigenschaften der PVM-Module wurde diese unter einer künstlichen Sonne platziert. So konnten die Parameter bei unterschiedlichen Beleuchtungsstärken erfasst werden. Die Anzahl der PVM und die daraus resultierende Ausgangsspannung mussten an die Betriebsbedingungen des Wechselrichters angepasst werden. Aus Platz- und Kostengründen wurde die Anzahl der PVM für den Demonstrator auf die minimale Anzahl von acht Panels beschränkt. Begleitend zur Auswahl der PVM wurden weitere Simulationen durchgeführt, um deren Eignung an verschiedenen Standorten nachzuweisen. Im nächsten Projektschritt wurde die Hybrid-Energieanlage konstruiert. Nachdem kein konkreter Typ eines Mobilfunkmastes vorlag und neben einer groben Leistungsangabe keine spezifischen Anforderungen an die Versorgung bekannt waren, wurde festgelegt, dass das zu entwickelnde Inselssystem auf eine typische Netzspannung von 230 V / 50Hz beziehungsweise 110V / 60 Hz ausgelegt wird. Dies hatte zum Vorteil, dass das System aus marktüblichen Komponenten aufgebaut werden konnte, die gezielt an den standortbezogenen Bedarf angepasst und skaliert werden können. Somit ergab sich auch eine Unabhängigkeit gegenüber bestimmten Herstellern der Einzelkomponenten und damit eine weltweite Einsatzmöglichkeit mit lokal verfügbaren Komponenten. Die Tatsache, unabhängig von bestimmten Herstellern zu sein, ist in diesem Umfeld völlig neu und eröffnet vielfältige Chancen und Möglichkeiten für eine einfache und kostengünstige Umsetzung der Hybrid-Energieanlage in Entwicklungs- und Schwellenländern. Die Hybrid-Energieanlage wurde nach den Versuchen im Labor auf einer Fläche eines TH Nürnberg-Standorts aufgebaut. Hierdurch konnten praxisnahe Messungen im täglichen Einsatz und eine Demonstration der Funktionen erfolgen. Denn der Funktionsnachweis der Anlage und die Versuchsergebnisse stellten die Voraussetzung wie auch eine wichtige Grundlage für mögliche Installationen in Indien dar.

Durch den Einsatz mehrerer regenerativer Energiequellen lässt sich die Effizienz der Anlage deutlich steigern. Bei einer Installation einer derartigen Anlage ist ihre Überwachung eine wichtige Voraussetzung für einen möglichst störungsfreien Betrieb. Die Hersteller der Komponenten derartigen Anlagen

Projektleiter
Prof. Dr.-Ing. Stefan Ströhla
Telefon: 0911/5880-1108
E-Mail: stefan.stroehla@th-nuernberg.de

Fakultät Elektrotechnik Feinwerktechnik Informationstechnik
Technische Hochschule Nürnberg
Georg Simon Ohm

www.th-nuernberg.de

bieten zwar Möglichkeiten des Monitorings an, dieses ist jedoch meist nur in Kombination mit spezieller Hard- und Software verwendbar, welche nicht herstellerübergreifend funktioniert. Daher wurde ein Monitoring-System entwickelt, welches für den Einsatz in Entwicklungsländern prädestiniert ist, indem es unabhängig von Einzelkomponenten bestimmter Hersteller ist. Das System beinhaltet dabei Hardware, bestehend aus vier Wechselstrom-Energiezählern und einer Wetterstation sowie Softwaremodule, bestehend aus einer Datenlogger-Applikation, einem Webserver inklusive relationaler Datenbank, einem Control-Center, einer Webapplikation sowie einer Wartungsschnittstelle.

Ergebnisse

Mit der in ODDURE entwickelten KWEA sowie unter Verwendung von PVM, eines Invertgenerators und eines Batteriespeichers konnte eine Hybrid-Energieanlage entwickelt werden, um ein Inselnetz zu betreiben. Mit Hilfe numerischer Simulationen konnte gezeigt werden, dass die Leistungsausbeute einer KWEA mit vertikaler Achse durch die Verwendung von WLE erheblich gesteigert werden kann. Diese Ergebnisse wurden durch die experimentellen Analysen im Windkanal bestätigt. Da die untersuchte KWEA speziell für die Nutzung im Windkanal konzipiert wurde, ist vor einer Pilotinstallation eine konstruktive Anpassung einer derartigen KEWA unter realen Bedingungen vorzunehmen. Eine wichtige Voraussetzung für den großflächigen Einsatz derartiger Hybrid-Energieanlagen, zum Beispiel für die Energieversorgung von Mobilfunkmasten in Entwicklungs- und Schwellenländern, ist die Möglichkeit, die einzelnen Anlagen aus der Ferne überwachen zu können. Das eigens entwickelte Monitoring-System ermöglicht die Überwachung unabhängig von den in den Anlagen verbauten Komponenten. Basierend auf den Ergebnissen des Forschungsvorhabens ist es nun möglich, unter Anpassung an die Umgebungsbedingungen vor Ort, Pilotinstallationen in Entwicklungs- und Schwellenländern vorzunehmen. Hierbei steht die Anlage nicht nur zur Energieversorgung von Mobilfunkmasten, sondern durch Skalierung der Komponenten auch für andere Anwendungen wie Wasserpumpen oder Privathaushalte zur Verfügung. Vor möglichen Installationen ist jedoch (aufgrund des modularen Aufbaus der Anlage) zu entscheiden, auf welche Komponenten am jeweiligen Einsatzort zurückgegriffen werden soll. So macht eine Verwendung der KWEA hauptsächlich nur in (küstennahen) Regionen mit ausreichend Wind Sinn. Neben einem Einsatz in Indien wären auch Installationen in anderen Ländern wie Asien, Afrika, Mittel- und Südamerika denkbar.

Fördergeber

Gefördert durch



Projektpartner aus der Wissenschaft



Projektpartner aus der Industrie

Bavarian Optics GmbH