

Energieversorgung mit dezentralen Kleinkraftwerken in leistungsbegrenzten Versorgungsnetzen

von Prof. Dr. Gerd Hilligweg und Prof. Dr. Matthias Kirspel

Studienort Wilhelmshaven

Fachbereich Wirtschaft

E - Mail: hilligweg@fbw.fh-wilhelmshaven.de

Bei diesem Projekt handelt es sich um ein aus Hochschulmitteln gefördertes Vorhaben.

Wesentliches Ziel des Teilbereichs „Energiewirtschaftliche und -politische Rahmenbedingungen“ ist die Analyse dezentraler Kleinkraftwerke im aktuellen Kontext, wobei sowohl auf die Vorteile als auch auf die Problematiken, die sich aus dem Einsatz dezentraler Stromerzeugungstechnologien aus ökonomischer, ökologischer, technischer und sozialer Hinsicht ergeben, detailliert eingegangen wird.

1. Wird das Potenzial dezentraler Kleinkraftwerke zur Stromerzeugung betrachtet, so wird deutlich, dass durch die Nutzung der natürlichen Energieströme ein Vielfaches des Weltenergieverbrauchs theoretisch gedeckt werden könnte. Einer vollständigen Ausschöpfung dieses Potenzials sind jedoch Restriktionen gesetzt, die sich auf technische, wirtschaftliche und soziale Aspekte beziehen.

- Dezentrale Stromerzeugungstechnologien sind durch hohe Stromgestehungskosten gekennzeichnet und nur in seltenen Fällen zur konventionellen Kraftwerkstechnik wirtschaftlich konkurrenzfähig.
- Eine Vielzahl dezentraler Stromerzeugungstechnologien befindet sich noch in der Entwicklungsphase, so dass Kostenreduktionspotenziale noch nicht ausgeschöpft sind.
- Das fluktuierende Stromangebot bei Nutzung der Windkraft und Photovoltaik erfordert großtechnische Speichermöglichkeiten bzw. den Einsatz konventioneller Kraftwerke zum Ausgleich zwischen Stromangebot und -nachfrage.
- Die Nutzung von Wasserstoff als Speichermedium ist sowohl in technischer als auch wirtschaftlicher Hinsicht großtechnisch (noch) nicht umsetzbar.
- Der Einsatz von konventionellen Kraftwerken zum Ausgleich der Leistungsschwankungen ist mit zum Teil hohen Kosten verbunden.
- In Gebieten mit hoher Windkrafteinpeisung ist ein Netzausbau erforderlich.
- Dezentrale Kleinkraftwerke auf Basis erneuerbarer Energieträger weisen nur eine geringe Energiedichte und eine niedrige Ausnutzungsdauer auf, was wiederum mit einem hohen Flächenbedarf verbunden ist.

Dem gegenüber steht der wirtschaftliche Nutzen einer dezentralen Stromversorgungsstruktur, der sich aus dem Ersatz konventioneller Stromerzeugung sowie aus der Vermeidung der hohen Verteilungsverluste ergibt. Es wird aufgezeigt, dass die technischen Barrieren jedoch überwunden werden können, und zwar durch Umstrukturierung der derzeitigen zentralen hin zu einer dezentralen Stromversorgungsstruktur und Einsatz eines dezentralen Energiemanagementsystems, welches eine Opti-

mierung der Anpassung des Strombedarfs an die verfügbare Erzeugungsleistung anstrebt.

2. Vor dem Hintergrund einer kontinuierlichen Steigerung des Weltenergieverbrauchs und der Erschöpfbarkeit fossiler Energieträger sowie der mit Nutzung fossiler Energieträger verbundenen Umweltschäden hat das Leitbild einer nachhaltigen Entwicklung in der Energieversorgung eine wichtige Position eingenommen. Bei der Diskussion um eine nachhaltige Entwicklung wird zunehmend der Ansatz eines 3-Säulen-Modells verfolgt, mit dem eine Entwicklung angestrebt wird, die den ökonomischen, ökologischen und sozialen Kriterien einer gleichen Gewichtung unterzieht.

Unter dem ökonomischen und sozialen Aspekt kann der Einsatz dezentraler Stromerzeugungstechnologien durch Nutzung heimischer Energiequellen sowohl zu einer Verminderung der Importabhängigkeit und damit zur Versorgungssicherheit, zur Ressourcenschonung als auch zur Schaffung von Arbeitsplätzen beitragen. Dem gegenüber stehen jedoch die im Vergleich zur konventionellen Kraftwerkstechnik hohen Stromgestehungskosten dezentraler Kleinkraftwerke. Der Einsatz fossiler Energieträger zur Stromerzeugung ist jedoch mit negativen Umweltwirkungen in lokaler und globaler Hinsicht verbunden, die zu volkswirtschaftlich relevanten Kosten führen. Um die Wirtschaftlichkeit der zur Alternative stehenden Stromerzeugungstechnologien unter Einbezug dieses Sachverhalts beurteilen zu können, ist es demnach nicht ausreichend, eine rein betriebswirtschaftliche Analyse vorzunehmen. Um die Kosten der Stromerzeugung auf gesamtwirtschaftlicher Basis beurteilen zu können, ist daher die Internalisierung dieser externen Kosten anzustreben, d.h. es sind die Umweltschäden zu identifizieren, quantifizieren und in Kosten zu bewerten.

Für eine umfassende Beurteilung der ökologischen Vorteilhaftigkeit dezentraler Kleinkraftwerke werden Ökobilanzierungen durchgeführt, in der auch die Emissionen vor- und nachgelagerter Prozesse mit einfließen. Die im Rahmen der Studie erzielten Ergebnisse machen deutlich, dass zwar der Betrieb dezentraler Stromerzeugungstechnologien als nahezu emissionsfrei beurteilt werden kann, zum Teil jedoch beträchtliche Emissionen bei der Herstellung der Anlagen anfallen. Dennoch zeichnet sich bei einer Gesamtbetrachtung der externen sowie internen Kosten ein klarer Vorteil dezentraler Kleinkraftwerke gegenüber fossil befeuerter Kraftwerke aus. Eine Betrachtung der Windkraftnutzung in Deutschland unter dem gesamtwirtschaftlichen Aspekt führte zu folgenden Kosten- und Nutzenfaktoren:

Kosten

- Vergütungszahlungen nach EEG
- Bereitstellung von Regelenergie
- Fahrweise der konventionellen Kraftwerke als Back up-Kapazitäten

Nutzen

- Ersatz konventioneller Stromerzeugung
- Verminderung von Netzentgelten
- Vermeidung von Umweltschadenskosten

Werden die gesamtwirtschaftlichen Kosten- und Nutzenpositionen gegeneinander aufgerechnet, überwiegen die Kosten deutlich. Zu bedenken ist hier jedoch, dass die Höhe der vermiedenen Umweltschadenskosten je nach Ausprägung der subjektiven Meinung des Autors erheblich variieren kann sowie eine Bewertung weiterer positiver Aspekte der Windkraftnutzung in Kosten, wie z.B. der Verringerung der Importabhängigkeit und des eingeschränkten Ressourcenverbrauchs, nicht in die Berechnungen mit eingeflossen sind und der im Rahmen der Studie erzielte volkswirtschaftliche

Kostenbeitrag für die Windkraftnutzung nur die Aspekte aufgriff, die sich annähernd monetarisieren lassen.

3. Zur Erreichung der im Kyoto - Protokoll gesetzten globalen bzw. nationalen Klimaschutzziele wird dem Einsatz dezentraler Kleinkraftwerke sowohl auf Basis regenerativer Energieträger als auch der Kraft - Wärme - Kopplung ein besonderer Beitrag zugesprochen, da die Stromerzeugung weitgehend CO₂-frei bzw. -neutral erfolgt. Vor dem Hintergrund der mit dezentralen Kleinkraftwerken verbundenen hohen Stromgestehungskosten ist für deren Bestehen und weiteren Ausbaus der Einsatz von Förderinstrumenten unumgänglich.

Mittels des in Deutschland im Februar 2000 verabschiedeten Erneuerbare - Energien - Gesetz (EEG) erhalten Anlagenbetreibern für die Einspeisung regenerativen Stroms feste Vergütungssätze. Somit soll ein wirtschaftlicher Betrieb dezentraler Stromerzeugungsanlagen gesichert und Anreize für einen weiteren Ausbau gesetzt werden. Gleichzeitig soll die Förderung durch eine zeitliche Befristung sowie sinkenden Vergütungssätzen bezwecken, dass erneuerbare Energieträger mittelfristig eine Marktposition erreichen, die keiner Subvention mehr bedarf.

Eine weitere Förderung dezentraler Stromerzeugung soll durch Vergünstigungen regenerativen Stroms bei der Stromsteuer erzielt werden. Als Voraussetzung für die Steuerbegünstigung am Beispiel den sogenannte „grünen Stroms“ gilt zum einen, dass dieser ausschließlich aus regenerativen Energieträgern erzeugt werden muss, zum anderen, dass der Strom aus einem Stromnetz entnommen werden muss, das ausschließlich aus „grünem Strom“ gespeist wird. Letztere Bedingung ist jedoch kaum zu erfüllen, da in Deutschland nur ein allgemeines Stromnetz existiert, das Strom aus jeglichen Kraftwerksarten transportiert und somit nicht mehr als „grün“ bewertet werden kann. Steuerbefreiungen für Strom aus regenerativen Stromerzeugungsanlagen sind demnach nur dann möglich, wenn zwischen der Stromerzeugungsanlagen, wie z.B. einer Photovoltaikanlage, und der Verbrauchsanlage nur eine einzelne Stromleitung - ohne Verbindung zum öffentlichen Stromnetz - verlegt wurde.

Vor dem Hintergrund des Zieles, bis zum Jahr 2010 einen Anteil von 23,5 % an der Stromerzeugung der EU-Staaten mit regenerativen Energieträgern zu decken, und vor dem Hintergrund der EU - Harmonisierungsrichtlinie zur „Förderung erneuerbarer Energieträger im Strombinnenmarkt“ ist der Trend zu mengenorientierten Förderinstrumenten basierend auf handelbaren Zertifikaten zu beobachten, die der Konformität zum liberalisierten Strommarkt entsprechen. Anders als bei der Mindestpreisregelung nach dem EEG wird bei dem sogenannten Quotensystem auf Basis handelbarer Zertifikate eine Mengensteuerung mit dem Ziel verfolgt, die festgesetzte Menge regenerativer Stromerzeugung mit den kostengünstigsten Technologien zu erzielen.

Des Weiteren bestehen mit den im Kyoto-Protokoll verankerten Mechanismen - Emissionshandel, Joint Implementation und Clean Development Mechanism - Instrumente, mit denen der Energiebranche nunmehr die Möglichkeit gegeben wird, mit Emissionsrechten international zu handeln und sich für Projekte, die zu einer Emissionsminderung beitragen, Emissionsgutschriften anrechnen zu lassen. Ein Schwerpunkt bildet die Analyse der energiewirtschaftlichen Implikationen des im Jahr 2005 EU-weit startenden Emissionshandels, der den Einsatz fossiler Brennstoffe belasten und somit die Marktposition dezentraler regenerativer Energieträger verbessern soll. Die Analyse und der Vergleich der verschiedenen umweltpolitischen Instrumente ergab folgende Ergebnisse:

- Eine Förderung regenerativer Energieträger im Rahmen der ökologischen Steuerreform kann faktisch nicht bzw. nur marginal genutzt werden.
- Das EEG bietet Anlagenbetreibern Planungssicherheit in Bezug auf den Preis pro kWh und den Stromabsatz.
- Im Rahmen der zu erwartende Harmonisierung nationaler Förderinstrumente innerhalb der EU werden mengenorientierte Zertifikatesysteme favorisiert.
- Das EEG bietet keine Treffsicherheit bei einer quantitativen Mengenvorgabe für den Anteil regenerativen Stroms an der gesamten Stromerzeugung.
- Quotensysteme auf Basis handelbarer Zertifikate können quantitative Treffsicherheit aufweisen; Preisschwankungen auf dem Markt sowie Konkurrenz mit anderen reg. Stromerzeugern beim Absatz führen jedoch zu erhöhter Planungsunsicherheit.
- Wettbewerb zwischen Anlagenbetreibern setzt Anreiz zum technologischen Fortschritt bzw. zu Kostenreduktionen.
- Mengenorientierte Instrumente ermöglichen kostenminimale Umsetzung der umweltpolitischen Ziele.
- Auswirkungen der marktorientierten Instrumente auf Basis handelbarer Zertifikate auf die Marktposition dezentraler Kleinkraftwerke sind stark von der Ausgestaltung der Systeme abhängig.

4. Ein weiterer Schwerpunkt befasst sich mit den aktuellen energiepolitischen Rahmenbedingungen, der den Wandel der Elektrizitätsversorgung vom geschützten Versorgungsmonopol zum freien Wettbewerb im Strommarkt und die Auswirkungen auf die Wettbewerbssituation dezentraler Kleinkraftwerke thematisiert. Durch das im April 1998 verabschiedete Gesetz zur Neuregelung des Energiewirtschaftsrechts (EnWG) waren gravierende Veränderungen verbunden: Die monopolistischen Strukturen wurden aufgebrochen und Wettbewerb eingeführt. Ein wesentliches Ergebnis ist die Trennung von den ehemals vertikal integrierten Unternehmensbereichen Erzeugung, Transport und Handel/Verteilung. Eine gesetzlich anerkannte Monopolstellung hält nun nur noch der Transportbereich unter der Bedingung, nicht den Wettbewerb zwischen Stromproduzenten und -händlern zu behindern. Zur Regelung dieses monopolistischen Bereichs haben sich die Akteure im Elektrizitätssektor mit der sogenannten Verbändevereinbarung auf einen Eckrahmen geeinigt, wonach die Entgelte für die Stromdurchleitung die Leitungseigentümer für den Wettbewerb nicht bevorteilen dürfen. Eine besondere Behandlung erfahren die dezentralen Stromerzeuger, wenn sie in untergeordnete Spannungsebene einspeisen: Sie erhalten vom Netzbetreiber ein Entgelt, das den durch die jeweilige Einspeisung eingesparten Netznutzungsentgelten in den vorgelagerten Netzebenen entspricht. Ausgerechnet wird dieser Betrag, indem eine Kostenwälzung einmal mit und einmal ohne die Einspeisung der Kleinkraftwerke durchgeführt wird. Dies stellt eine zusätzliche Förderung der Stromproduktion aus erneuerbaren Energiequellen dar.

5. Rund ein Viertel der Weltbevölkerung hat keinen Zugang zu moderner Energie wie Elektrizität und flüssigen Brennstoffen. Betroffen sind insbesondere die ländlichen Gebiete in Entwicklungsländern, deren Bevölkerung in weit verstreuten Dörfern wohnt und einen geringen Energieverbrauch pro Kopf aufweist, so dass sich die Ausweitung des nationalen Stromnetzes in solche Gebiete aus ökonomischen Gründen nicht rentiert. Obwohl ein deutlicher Zusammenhang zwischen Stromversorgung

und Wohlstandssteigerung bislang noch nicht nachgewiesen werden konnte, ist doch die Tatsache unbestritten, dass der Zugang zu Elektrizität die Lebensqualität der Bevölkerung erheblich zu steigern vermag. Eine Möglichkeit, die Stromversorgung ländlicher Haushalte in Entwicklungsländern aus ökonomischer und ökologischer Perspektive verträglich voranzutreiben, wird in dem Einsatz dezentraler Stromerzeugungstechnologien gesehen, wobei Solar Home Systems (SHS) auf Basis der Photovoltaik den Schwerpunkt bisheriger Elektrifizierungsprogramme einnehmen. Da die größte Barriere einer Marktdurchdringung von Solar Home Systems in den hohen Investitionskosten und den gleichzeitig niedrigen Einkommensverhältnissen der Zielgruppe begründet liegt, wird aufgezeigt, inwieweit der im Kyoto-Protokoll verankerte Clean Development Mechanismus (CDM) dazu verhelfen kann, die Stromversorgung ländlicher Gebiete nachhaltig voranzutreiben. Folgende Ergebnisse wurden erzielt:

- dezentrale Stromerzeugungstechnologien stellen aus ökonomischer, ökologischer und sozialer Hinsicht eine vielversprechende Alternative für die Elektrifizierung ländlicher Gebiete dar.
- Hohe Investitionskosten stellen die größte Barriere einer Marktdurchdringung dar.
- mangelhafter Betriebsstatus der bisher installierten SHS lässt auf ungenügenden Einbezug der Bevölkerung schließen.
- SHS der üblichen Größenordnung können nur zur Basisstromversorgung, nicht aber zur Einkommenssteigerung durch wirtschaftliche Produktion beitragen.
- Kleinprojekte im Rahmen des CDM - Mechanismus verursachen hohe Transaktionskosten bei gleichzeitig geringen Emissionsminderungen.
- Höhe der Erlöse aus CDM - Kleinprojekten hängen stark von Preisentwicklung der Emissionsminderungszertifikate auf dem Markt ab.

Die Ergebnisse verleiten zu der Annahme, dass durch die mit dem CDM - Mechanismus verbundenen hohen Transaktionskosten und den vergleichsweise geringen Emissionsminderungen derartiger Kleinprojekte kein wesentlicher positiver Einfluss auf die Elektrifizierungsrate ländlicher Gebiete erzielt werden wird. Überdies wird bezweifelt, dass der Einsatz von SHS-Systemen mit dem im CDM - Mechanismus verankerten Ziel einer nachhaltigen Entwicklung kompatibel ist.