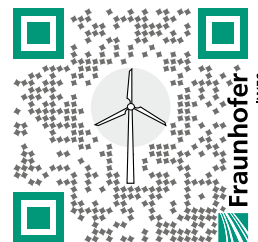


WINDENERGIE REPORT DEUTSCHLAND 2012



Herausgeber:

Dr. Kurt Rohrig
Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
Bereich Energiewirtschaft & Netzbetrieb
Königstor 59
34119 Kassel
E-Mail: windmonitor@iwes.fraunhofer.de
www.iwes.fraunhofer.de

**Redaktion:**

Volker Berkhout, Stefan Faulstich, Philip Görg, Paul Kühn,
Katrin Linke, Philipp Lyding, Sebastian Pfaffel, Khalid Rafik,
Dr. Kurt Rohrig, Renate Rothkegel, Elisabeth Stark
Beratung Dr. Jutta Witte (Journalistenbüro Surpress)

Foto Titelseite: © Siemens Pressebild

Druck und Weiterverarbeitung:
Strube Druck & Medien oHG, Felsberg

Bibliografische Information der Deutschen Nationalbibliothek
Die Deutsche Nationalbibliothek verzeichnet diese Publikation in der
Deutschen Nationalbibliografie; detaillierte bibliografische Daten sind im
Internet über <http://dnb.de> abrufbar.
ISBN 978-3-8396-0536-3

© by FRAUNHOFER VERLAG, 2013
Fraunhofer-Informationszentrum Raum und Bau IRB
Postfach 800469, 70504 Stuttgart
Nobelstraße 12, 70569 Stuttgart
Telefon 0711 970-2500
Telefax 0711 970-2508
E-Mail verlag@fraunhofer.de
URL <http://verlag.fraunhofer.de>

Alle Rechte vorbehalten

Dieses Werk ist einschließlich aller seiner Teile urheberrechtlich geschützt. Jede Verwertung, die über die engen Grenzen des Urheberrechtsgesetzes hinausgeht, ist ohne schriftliche Zustimmung des Verlages unzulässig und strafbar. Dies gilt insbesondere für Vervielfältigungen, Übersetzungen, Mikroverfilmungen sowie die Speicherung in elektronischen Systemen.
Die Wiedergabe von Warenbezeichnungen und Handelsnamen in diesem Buch berechtigt nicht zu der Annahme, dass solche Bezeichnungen im Sinne der Warenzeichen- und Markenschutz-Gesetzgebung als frei zu betrachten wären und deshalb von jedermann benutzt werden dürften. Soweit in diesem Werk direkt oder indirekt auf Gesetze, Vorschriften oder Richtlinien (z.B. DIN, VDI) Bezug genommen oder aus ihnen zitiert worden ist, kann der Verlag keine Gewähr für Richtigkeit, Vollständigkeit oder Aktualität übernehmen.

Fraunhofer-Institut
für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES)
Bereich Energiewirtschaft & Netzbetrieb

WINDENERGIE REPORT DEUTSCHLAND 2012

Volker Berkhout, Stefan Faulstich, Philip Görg, Paul Kühn,
Katrin Linke, Philipp Lyding, Sebastian Pfaffel, Khalid Rafik,
Dr. Kurt Rohrig, Renate Rothkegel, Elisabeth Stark

Fraunhofer Verlag



ENERGIEWENDE NORDHESSEN

Dr. Thorsten Ebert / Katharina Henke

Motivation

Die Stadtwerke Union Nordhessen (SUN) und das Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik IWES in Kassel haben in einer gemeinsamen Analyse untersucht, wie eine Transformation des Stromversorgungssystems in Nordhessen hin zu dezentralen, erneuerbaren Erzeugungstechnologien möglich ist. Partner im SUN-Verbund sind die sechs Stadtwerke aus Bad Sooden-Allendorf, Eschwege, Homberg, Kassel, Wolfhagen und Witzenhausen.

Ziel des Konzepts ist die Entwicklung eines konkreten energiepolitischen Szenarios für die zukünftige Gestaltung der Stromversorgung in der Region. Der Betrachtungsraum besteht dabei aus der Region, in der die SUN-Stadtwerke vertreten sind (Landkreise Kassel, Schwalm-Eder, Werra-Meißner und die Stadt Kassel).

Der Atomausstieg und die aktuellen Diskussionen zur Zukunft der energierechtlichen Rahmenbedingungen (insb. des EEG) führen zu hohem Handlungsdruck im Bereich der Stromversorgung. Die hier vorgestellte Untersuchung soll unter anderem zeigen, dass große Chancen in der Dezentralisierung und Regionalisierung der Energieversorgung bestehen. Vergleichbare Ansätze bestehen bisher eher auf der Ebene einzelner Kommunen, aber noch kaum unter Bezug zu ganzen Regionen. In Nordhessen besteht diesbezüglich ein interessanter Mix aus eher städtisch bzw. industriell geprägten Arealen und großflächigen Räumen mit geringer Bebauungsdichte. Dieser dezentrale Ansatz verfolgt ausdrücklich nicht das Ziel einer autarken Energieversorgung des Betrachtungsgebiets.

Es wurden u. a. folgende Fragestellungen – immer mit Bezug zum Betrachtungsraum – untersucht:

- Wie ist der aktuelle Stand des Ausbaus dezentraler erneuerbarer Energien?
- Wie hoch ist die Nachfrage (Arbeit, Leistung und Lastgang) und welcher Teil davon wird bereits heute durch dezentrale, erneuerbare Anlagen gedeckt?
- Wie hoch ist das dezentrale Flächen- bzw. Erzeugungspotenzial der Energieträger Wind, Sonne, Biogas und Wasser?

- Welche Ausbauszenarien sollten zu einer - wirtschaftlich und technisch sinnvollen – weitgehenden Deckung der regionalen Stromnachfrage angestrebt werden?
- Welche energetischen/energiewirtschaftlichen Potenziale bietet eine Maximalnutzung der dezentralen EE-Potenziale?
- Welche Residuallasten entstehen und wie können diese gedeckt werden?
- Welche Überschussmengen werden erzeugt und welche Handlungsoptionen gibt es dafür?

Methodik

Um die Ausbauszenarien aus der gegenwärtigen Situation systematisch heraus zu entwickeln, wird die Referenzsituation im Jahr 2010 detailliert analysiert. Im Betrachtungsraum wohnen ca. 730.000 Einwohner (vgl. Abbildung 1). Der Bezugsraum der drei Landkreise inkl. der Stadt Kassel hat eine Flächenausdehnung von ca. 4.000 km². Während in der Stadt Kassel und ihrem unmittelbarem Umfeld eine zum Teil stark verdichtete Bebauung und hohe Anteile industrieller Abnehmer bestehen, sind die drei Landkreise stark durch eine ländliche Struktur mit wenigen Mittelzentren geprägt. Der geschätzte Strombedarf liegt bei ca. 3,7 TWh/a und einer Spitzenlast von ca. 600 MW.

Bei der Ermittlung der regionalen Flächen- bzw. Erzeugungspotenziale für den Ausbau von Windenergie-, PV- und Bioenergie-Anlagen werden nicht die theoretisch nutzbaren Potenziale in der Region betrachtet, sondern es werden Potenziale herangezogen, die aus einem Szenario, in dem Deutschland zu 100 % mit Strom aus EE versorgt wird, stammen. So werden nicht alle möglichen Flächen in der Region ausgenutzt, sondern Nordhessen wird in ein Szenario eingebettet, in dem ganz Deutschland sich erneuerbar versorgt. Die Potenzialverteilung erfolgt je nach Technologie nach unterschiedlichen Kriterien. Eine Übersicht zu den verwendeten Datengrundlagen zur Ermittlung der Potenzialflächen gibt Abbildung 2.

Die Daten wurden für Wind, PV und Bioenergie postleitzahlenscharf erhoben und nach den drei Landkreisen und der Stadt Kassel klassifiziert. Daraus zeigt sich, dass in jedem der drei Landkreise das Potenzial deutlich über der derzeitigen

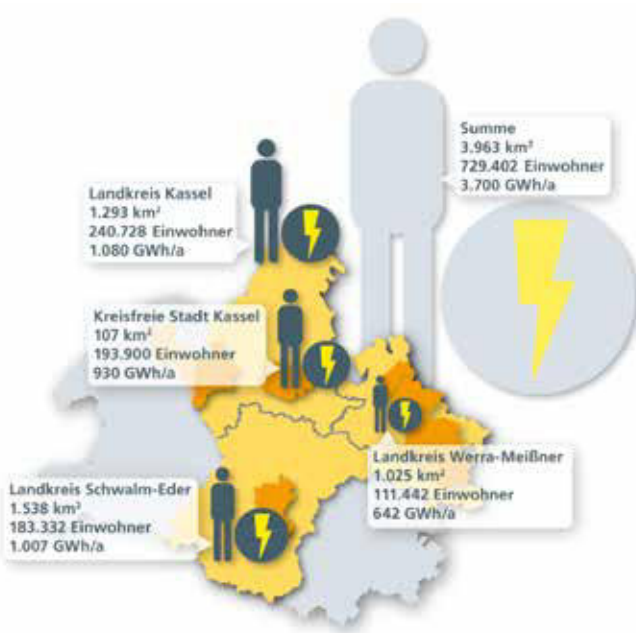


Abbildung 1: Die SUN-Region

Stromnachfrage liegt, während in der Stadt Kassel ein umgekehrtes Verhältnis besteht.

In Summe liegen aber die Erzeugungspotenziale wiederum deutlich über der derzeitigen Stromnachfrage (157 %) wie Abbildung 3 darstellt..

Der Flächenbedarf für die potenziellen Windenergieanlagen liegt bei ca. 47 km², was ungefähr 1,2 % des Betrachtungsraumes entspricht. Damit liegt dieser noch unter dem 2 %-Ziel der Hessischen Landesregierung, wobei zu beachten ist, dass sich von den potenziell erschließbaren 2 % sicher nicht alle Flächen auch wirtschaftlich erschließen lassen und insofern der Bedarf besteht, mehr Flächen auszuweisen, als tatsächlich für ein solches Versorgungsszenario benötigt werden.

Ausbauszenarien

Mit Hilfe der im Projekt entwickelten Szenarien können mögliche zukünftige Situationen abgebildet und analysiert werden. Dabei sind aufbauend auf plausiblen Annahmen über die zukünftige Entwicklung mehrere Pfade vorstellbar.

Für die hier durchgeführten Untersuchungen wurden ausgehend von dem Ziel, im Jahr 2025 mindestens 80 % des Stromverbrauchs der SUN-Region mit Strom aus EE-Anlagen zu decken, fünf Szenarien definiert. Ein Ausgangsszenario und vier weitere Szenarien, die in ihrer Zusammensetzung der EE variieren. Mit den Ausbauszenarien wurden Simulationen durchgeführt und die Ergebnisse hinsichtlich ökonomischer und technischer Kriterien verglichen.

Für das Ausgangsszenario wurde folgender Energiemix definiert:

- Wind 60 %
- PV 14 %
- Biomasse 5 %
- Wasser 2 %

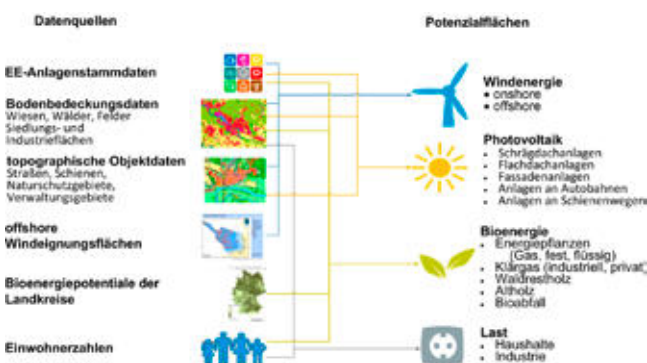


Abbildung 2: Ermittlung potenzieller EE-Flächen

Diese zunächst willkürliche Festlegung soll als Ausgangspunkt dienen, um in der weiteren Analyse zu ermitteln, ob ggf. ein höherer/niedrigerer Anteil energiewirtschaftlich bzw. ökonomisch sinnvoll sein kann. Die tragende Säule bildet hierbei die Windenergie, die mehr als die Hälfte zur Deckung des Strombedarfs beiträgt.

Tendenziell ist davon auszugehen, dass in den nächsten Jahren zunächst eine Verbrauchsreduzierung durch Effizienzsteigerungen elektrischer Geräte einsetzt, die aber durch die genannten Entwicklungen wieder (über)kompensiert wird. Zur Vereinfachung wird daher in allen Szenarien von mittelfristig konstanten Stromverbräuchen in der Region ausgegangen.

Für die Ergebnisanalyse der Szenarien wurden die Einspeiszeitreihen der EE-Anlagen dem regionalen Nachfragelastgang gegenübergestellt und dann u. a. verglichen hinsichtlich der Residuallasten und der Überschussenergien. Die Residuallast ist der Stromverbrauch abzüglich regenerativer Energieerzeugung. Abbildung 4 zeigt die Residuallasten/Überschussenergie beim Ausgangsszenario und dem EEmax-Szenario.

Im Ergebnis heißt das, dass beim Ausgangsszenario rechnerisch in ca. drei Monaten Überschüsse entstehen, die entweder überregional abtransportiert, gespeichert oder abgeregelt werden können bzw. müssen. Eine sinnvolle Größenordnung für ein potenziell dezentrales Ausgleichskraftwerk liegt bei 350 MW–400 MW (wofür allerdings im Rahmen der Studie keine Wirtschaftlichkeitsrechnung erstellt wurde). Der Bedarf für eine Ausgleichsleistung von z. B. 400 MW besteht aber nur an wenigen Tagen im Jahr. Im Szenario EEmax entsteht hingegen deutlich mehr Überschussenergie, so dass sich hier erhebliche Exportpotenziale ergeben.

Daraus ergeben sich zwei Fragen:

- Wie können die Residuallasten erzeugt werden?
- Welche Lösungen gibt es für die Verwendung der Überschusslasten?

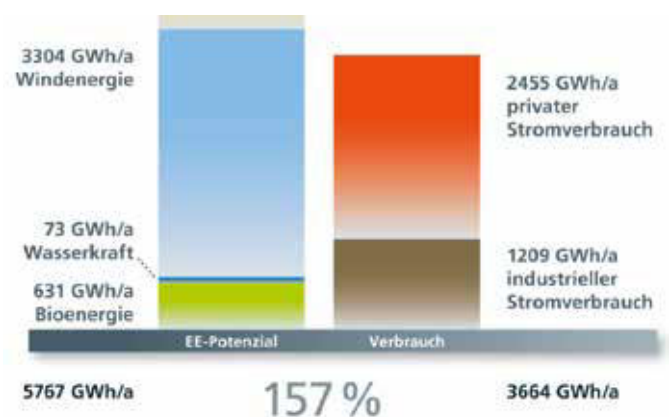


Abbildung 3: Potenziale im SUN-Gebiet

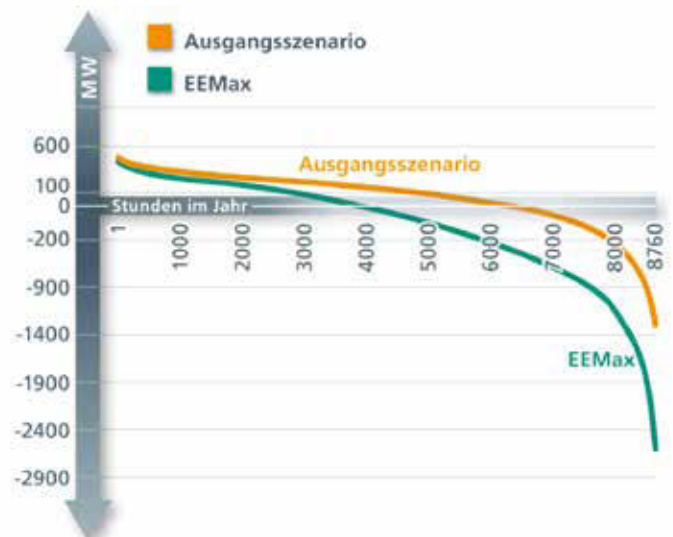


Abbildung 4: Jahresdauerlinien der Residuallasten in den Szenarien

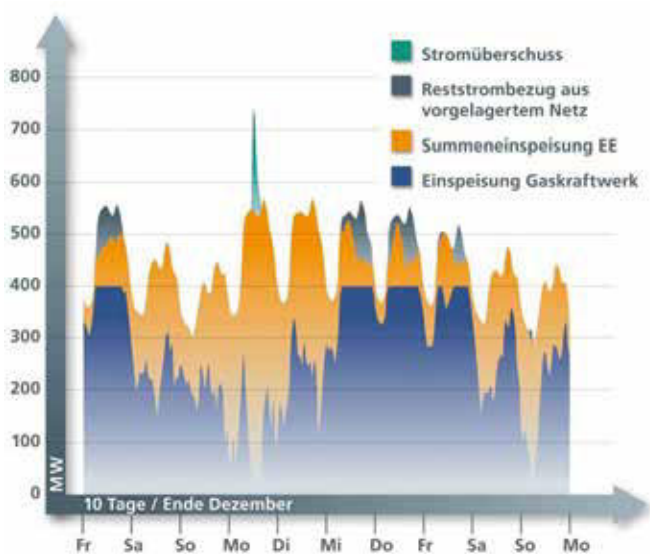


Abbildung 5: Deckung der Residuallast mit einem Gaskraftwerk



Abbildung 6: Glättung der Residuallast mit einem PSW

Sofern auch die Residuallasten dezentral erzeugt werden sollen, sind zunächst zwei Varianten denkbar:

- Bau/Beteiligung an einem Gasturbinenkraftwerk
- Bau/Beteiligung an einem Pumpspeicherkraftwerk

Für ein entsprechend dimensioniertes Pumpspeicherkraftwerk bestehen zwar im Betrachtungsraum keine Ausbaupotenziale, allerdings werden Projekte derzeit sowohl in Westfalen als auch in Thüringen diskutiert. Eine grundsätzlich andere Alternative ist der überregionale Strombezug. Technisch sind alle drei Varianten möglich. Eine wirtschaftliche Bewertung erfolgte im Rahmen dieses Projektes zunächst nicht.

Die Abbildung 5 zeigt, wie die Residuallast durch ein Gaskraftwerk gedeckt werden könnte. Mit einem 400 MW Gaskraftwerk wäre es möglich, den dezentralen Selbstversorgungsanteil auf fast 100 % zu erhöhen. Die Benutzungsstunden lägen bei ca. 3.500 Std./a. Auch ohne differenzierte Wirtschaftlichkeitsberechnung wird deutlich, dass ein solches Kraftwerk ohne die Ausbildung eines Kapazitätsmarktes nicht wirtschaftlich betrieben werden kann.

In der Abbildung 6 ist die Glättung der Residuallast durch ein Pumpspeicherwerk dargestellt. Auch mit einem entsprechend groß dimensionierten und hinsichtlich seiner Laufleistung an den Residuallastgang angepassten Betrieb eines Pumpspeicherkraftwerks ließe sich eine Erhöhung der Selbstversorgung in der Region erreichen. Vorteil wäre hier zudem, dass auch die Überschussproduktion regional verwendet werden kann, um das Oberbecken zu füllen. Nach derzeitigen Erkenntnissen kann aber auch hier – unter Berücksichtigung der gegenwärtigen Marktverhältnisse – nicht von einem wirtschaftlichen Betrieb ausgegangen werden.

Überschusslasten entstehen im Ausgangsszenario und den drei Vergleichsszenarien in einer Größenordnung von ca. 1.200 MW. Beim Szenario EEmax sogar bis zu 2.500 MW. Da die derzeitige Spitzennachfragelast bei ca. 600 MW liegt, muss davon ausgegangen werden, dass die überlagerten Netzkapazitäten nicht geeignet sind, diese Leistung abzutransportieren

(völlig unabhängig von der Frage, ob es an anderer Stelle überhaupt eine Nachfrage dafür gibt). Insofern zeigt sich zunächst, dass auch ein dezentraler EE-Ausbau eine Erweiterung von Übertragungsnetzkapazitäten notwendig machen dürfte (vor allem dann, wenn ein solches Konzept in sehr vielen Regionen verfolgt wird).

Eine Alternative – oder zumindest Ergänzung – zum überregionalen Netzausbau stellt hier die Speicherung dar. Dabei stellt neben der elektrischen Speicherung insbesondere die Wärmespeicherung (Power to Heat oder Power to Gas) einen wichtigen Baustein dar.

Regionale Wertschöpfung

Derzeit wird der Großteil des Stromverbrauchs der Region über Stromimporte gedeckt. Nach ersten Schätzungen fließen jährlich durch externe Stromerzeugung und überregionalen Transport etwa 330 Mio. € aus der Region ab. Würde eine Produktion vor Ort realisiert, könnten rund 300 Mio. € und damit über 90 % der Wertschöpfung, u. a. aufgrund von Gewerbesteuern und Beschäftigungseffekten, in der Region gehalten werden.

Ergebnisse

Die wesentlichen Erkenntnisse der Studie sind:

- Die SUN-Region hat wesentlich mehr Flächenpotenzial als für eine weitgehend dezentrale und erneuerbare Erzeugungsstruktur zwingend notwendig ist.
- Sofern eine flexible Erzeugung (Gas, PSW) explizit für den regionalen Bedarf konzipiert würde, erscheint hierzu eine Größenordnung von ca. 400 MW sinnvoll. Diese könnte aber beim derzeitigen Marktdesign nicht betriebswirtschaftlich sinnvoll betrieben werden.
- Die regionalen Wertschöpfungspotenziale gehen schon jetzt über die durch die steigende EEG-Umlage entstehenden (regionalen) Kosten hinaus.
- Eine regionale Energiewende ist auch in einer Region mit einem großen Oberzentrum mit industriell geprägter Struktur möglich.
- Der EE-Anteil kann nicht nur durch Speicherausbau, sondern auch durch überregionalen Austausch erhöht werden.



Abbildung 7: Wertschöpfung durch eigene Stromerzeugung

Fraunhofer IWES | Kassel

Königstor 59
34119 Kassel / Germany
Tel.: 05 61 72 94-0
Fax: 05 61 72 94-100

Fraunhofer IWES | Bremerhaven

Am Seedeich 45
27572 Bremerhaven / Germany
Tel.: 04 71 90 26 29-0
Fax: 04 71 90 26 29-19

info@iwes.fraunhofer.de
www.iwes.fraunhofer.de

Gefördert durch:



Bundesministerium
für Umwelt, Naturschutz
und Reaktorsicherheit

Projekträger:



aufgrund eines Beschlusses
des Deutschen Bundestages

ISBN 978-3-8396-0536-3

