

Bestimmung regionaler Solarstrompotenziale für freistehende Photovoltaik-Kraftwerke an Beispielen aus Baden-Württemberg und Niedersachsen

Meike Zolitschka^{°*}, Anja Drews[°], Peter Schaal^{*} und Detlev Heinemann[°]

[°] Abt. Energie- und Halbleiterforschung, Institut für Physik

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

^{*} AG Regionalwissenschaften, Institut für Biologie und Umweltwissenschaften

Carl von Ossietzky Universität Oldenburg

Carl von Ossietzky Strasse 9-11, D-26129 Oldenburg

Tel.: 0441-798 3929, Fax: 0441-798 3326

E-Mail: anja.drews@uni-oldenburg.de

Internet: www.energiemeteorologie.de

1. Einleitung

Die Nutzung solarer Energie durch großflächige Freiland-Photovoltaik-Anlagen ist eine Möglichkeit den Anteil Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung zu steigern. Dafür sind große und zusammenhängende Freiflächen notwendig, die aus technischer, ökonomischer und planerischer Sicht geeignet sind. Im Bereich der Bebauungsplanung sowie der Flächennutzungsplanung gibt es für Solarenergie keine eigene Signatur; die Gemeinden entscheiden für den Einzelfall. Für die Windenergie existiert bereits eine Flächennutzungsplanung mit der Ausschreibung von Vorzugsflächen. Um Flächen, die für Solarenergie geeignet sind und Möglichkeiten einer konzentrierten Planung für eine Region aufzuzeigen, wird in dieser Arbeit das Freiflächenpotenzial in einem stark genutzten Raum wie Deutschland anhand von drei Beispielregionen identifiziert und ein Versuch unternommen, wirtschaftlich lukrativer Fläche von ungünstigeren Standorten zu unterscheiden. Untersuchungsgebiete sind das Bundesland Baden-Württemberg, die Region Weser-Ems und der Landkreis Diepholz (Land Niedersachsen).

2. Daten

Um das regionale Potenzial möglicher Photovoltaik-Standorte in stark genutzten Räumen wie Deutschland zu identifizieren, werden möglichst frei erhältliche Geodaten genutzt. Zur Verfügung stehen deutschlandweite Datensätze zur Landbedeckung (CORINE Land Cover), ein digitales Geländemodell (SRTM-Daten), Raumordnungsdaten, sowie 10 Jahre Solarstrahlungsinformationen aus Satellitendaten (Monatswerte).

Die Corine-Daten (Coordination of Information on the Environment) aus dem Jahr 2000 geben Informationen zur Landnutzung. Sie sind auf Basis der Satellitendaten von Landsat 7 im Maßstab 1:100.000 im Auftrag der EU und des Umweltbundesamtes (UBA) erfasst worden. Die aufgenommenen Satellitendaten wurden in 44 Landnutzungsklassen differenziert, von denen 37 Klassen in Deutschland vorkommen. Die Flächen wurden ab einer Mindestfläche von 25 ha und linienhafte Strukturen ab einer Breite von 100 m berücksichtigt [1].

Die Daten zur Hangneigung und Ausrichtung des Geländes wurden aus einem DEM (digital elevation model) bestimmt. Die DEM-Daten stammen aus der internationalen „shuttle radar topographic mission“ (SRTM) aus dem Jahr 2003. Sie besitzen eine räumliche Auflösung von ~90 m x 90 m [2].

Zudem werden Raumordnungsdaten der drei Untersuchungsräume benutzt:

Die Daten des Automatisierten Raumordnungskatasters (AROK) von Baden-Württemberg liegen im Maßstab 1:25.000 aus dem Jahr 2007 vor [3]. Dabei sind lediglich die für die Raumordnung wichtigsten Daten der Bauleitpläne aufgenommen worden.

Das Raumordnungskataster (ROK) der Region Weser-Ems dient u. a. als Grundlage für die Erarbeitung von Regionalen Raumordnungsprogrammen, Raumordnungsverfahren, Planungen und Maßnahmen. Es wurde 1969 auf Grundlage einer Topographischen Karte im Maßstab 1:25.000 analog erstellt und seit dem Jahr 2000 digital bearbeitet und weitergeführt [4].

Die Daten des Regionalen Raumordnungsprogramms (RROP) aus Diepholz werden vom Landkreis Diepholz auf deren Internetseite als Vektordaten zum Download

kostenlos zur Verfügung gestellt. Die Daten wurden in den Jahren 2001 und 2002 auf Grundlage einer Topografischen Karte im Maßstab 1:50.000 digitalisiert [5].

Die Satellitenbilder der Strahlungsdaten wurden von den geostationären Wettersatelliten Meteosat der „First Generation“ aufgenommen. Der Satellit misst die an der Erdatmosphäre reflektierte Strahlung mit einer zeitlichen Wiederholungsrate von 30 Minuten. Mit der Heliosat-Methode [6,7] wird die Globalstrahlung auf der Erdoberfläche bestimmt. Die räumliche Auflösung beträgt in Deutschland ca. 5 km x 7 km. Verwendet wurden Monatssummen.

Abbildung 1 zeigt die beschriebenen Eingangsdaten am Beispiel der Region Baden-Baden.

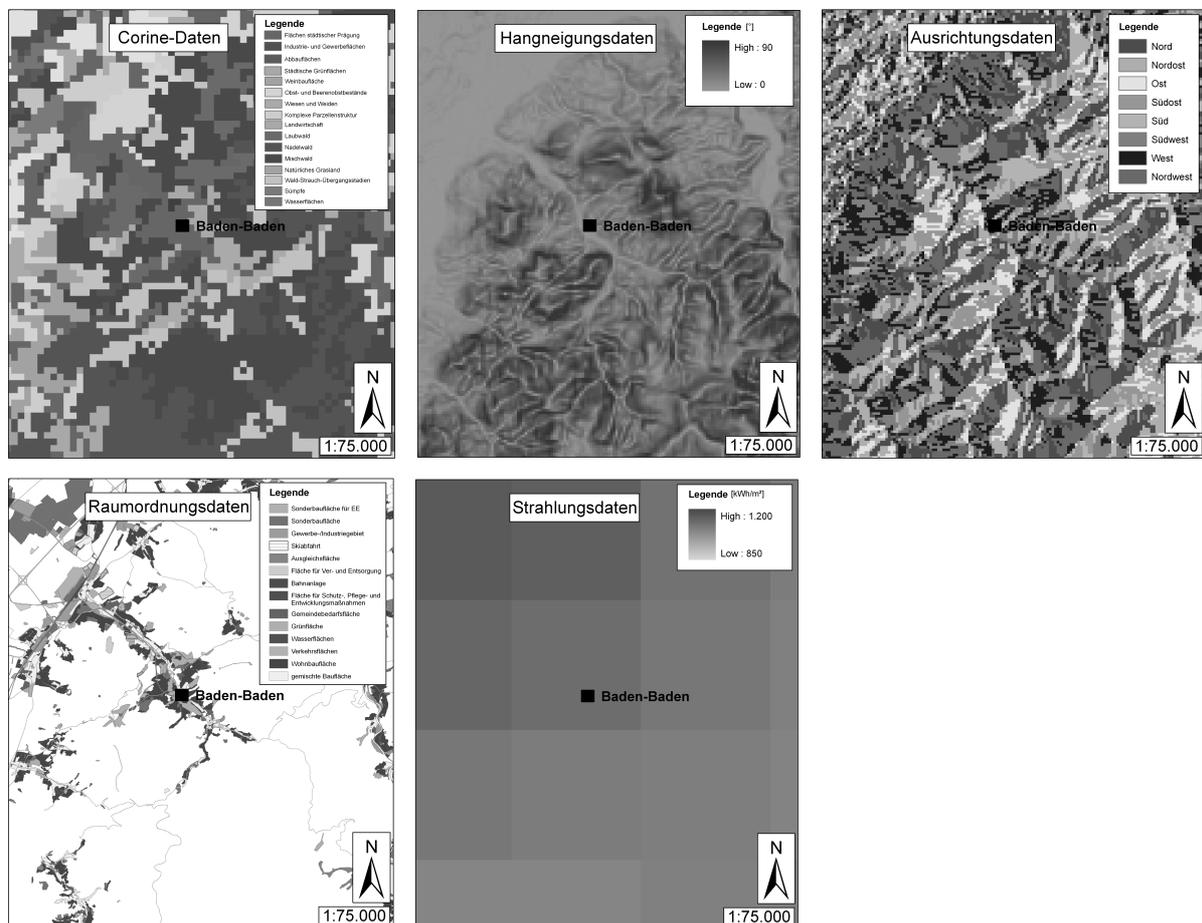


Abbildung 1: Darstellung der Eingangsdaten am Beispiel der Region Baden-Baden (oben links: Corine-Daten, oben mitte: Hangneigungsdaten, oben rechts Ausrichtungsdaten, unten links: Raumordnungsdaten, unten rechts: Strahlungsdaten)

3. Flächenermittlung

Für die Ermittlung geeigneter Photovoltaik-Flächen wird ein Kriterienkatalog erarbeitet, der notwendige Bedingungen für den ökonomischen Betrieb von Photovoltaik-Anlagen festlegt. Der Katalog wird hauptsächlich nach den Anforderungen des EEGs 2009, technischen Grundsätzen, Nähe zu Energieinfrastruktur und Zugänglichkeit zu öffentlichen Straßen definiert. Durch den Katalog erfolgt eine Einteilung der Kriterien in „Factors“, die die Ansiedlung einer Photovoltaik-Anlage begünstigen und „Constraints“, die Ausschlusskriterien für eine solche Anlage beschreiben. In einer Vorauswahl werden mit Hilfe der „Constraints“ alle ungeeigneten Flächen ausgeschlossen, sodass potenzielle Photovoltaik-Standorte übrig bleiben:

- Bundesland Baden-Württemberg: 298.950 ha (= 8,36 % der Gesamtfläche)
- Region Weser-Ems: 110.722 ha (= 7,40 % der Gesamtfläche)
- Landkreis Diepholz: 7.356 ha (= 3,70 % der Gesamtfläche)

Abbildung 2 zeigt die Größen in ha zusammenhängender potenzieller Photovoltaik-Flächen für die Untersuchungsgebiete. Auffällig ist, dass das Bundesland Baden-Württemberg die flächenmäßig größten zusammenhängenden Flächen aufweist.

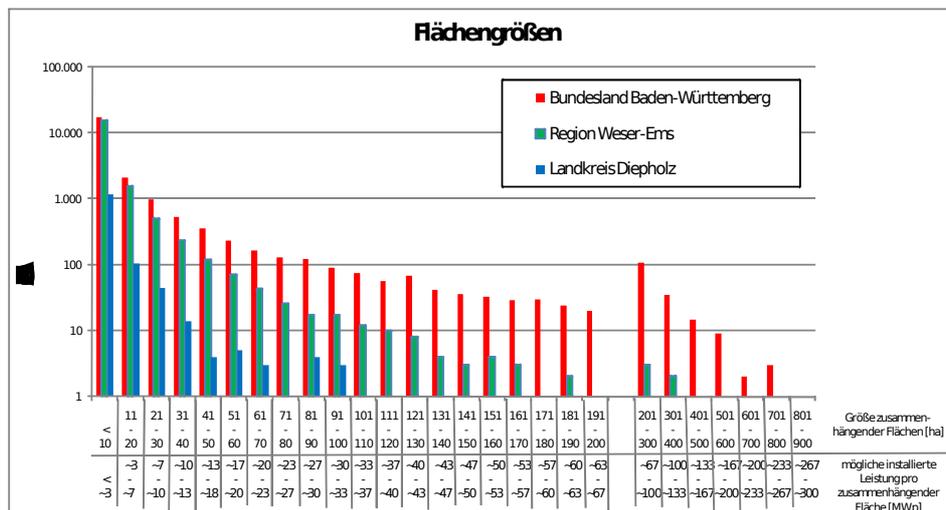


Abbildung 2: Größe zusammenhängender Flächen [ha] in den drei Untersuchungsgebieten und mögliche zu installierende Leistung [MW_p]

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass in der Realität nicht auf allen potenziell ermittelten Flächen eine Photovoltaik-Nutzung möglich ist, da noch andere Nutzungsinteressen, wie z. B. die Landwirtschaft vorliegen. Zudem sind die Besitzverhältnisse dieser Flächen nicht betrachtet worden.

4. Differenzierung der Standorte

In einer weiterführenden Untersuchung werden die Kriterien potenzieller Photovoltaik-Standorte in einem Entscheidungsmodell [8] unterschiedlich gewichtet und zu Szenarien zusammengefügt, um die Eignung der Flächen zu werten. Dadurch ist es möglich nach verschiedenen Kriterien „am besten“ geeigneten Areale zu identifizieren. Insgesamt werden 21 unterschiedlich gewichtete Szenarien aufgestellt, die die topographischen Verhältnisse (Ausrichtung, Hangneigung, Landbedeckung), Nähe zu Energieinfrastruktur (Entfernungen) und die solare Einstrahlung betrachten, um ihren ökonomischen Einfluss auf einen gewählten Standort zu bestimmen. Grundsätzliches Ergebnis ist, dass aus technischer und der gegebenen Oberflächen, die meisten Standorte in Deutschland sehr ähnlich sind und auf die Wirtschaftlichkeit eines Standorts nur einen sehr geringen Einfluss haben. Den größten Einfluss haben die Einstrahlungsbedingungen. Als Beispiel wird ein Szenario angeführt (Abb.3). Bei diesem Szenario erhalten alle drei Kriterien (Strahlung, Topographie und Infrastruktur) mit 33 % die gleiche Gewichtung. Abb. 3 zeigt, dass das Bundesland Baden-Württemberg die „am besten“ geeigneten Standorte besitzt, bedingt durch die besseren Einstrahlungsverhältnisse.

5. Zusammenfassung

Ein Schwerpunkt dieser Untersuchung war die Anwendbarkeit der benutzten Daten für eine Potenzialbestimmung von Freiland-Photovoltaik-Flächen. Vergleiche mit Topographischen Karten (1:25.000) haben ergeben, dass die Eingangsdaten in ausreichender räumlicher Auflösung und Qualität vorliegen, um regionale Flächenpotenziale zu bestimmen. Zudem wurden die Größen zusammenhängender potenzieller Photovoltaik-Standorte ermittelt. Für die reale Aufstellung von großen Freiland-Photovoltaik-Anlagen gibt diese Untersuchung nur Hinweise, da keine

konkurrierende Nutzung betrachtet wird. Für eine Potenzialbestimmung auf Landkreisebene sind die Daten verwendbar.

Ausschließlich das solare Einstrahlungsangebot entscheidet über die Wirtschaftlichkeit eines Standorts.

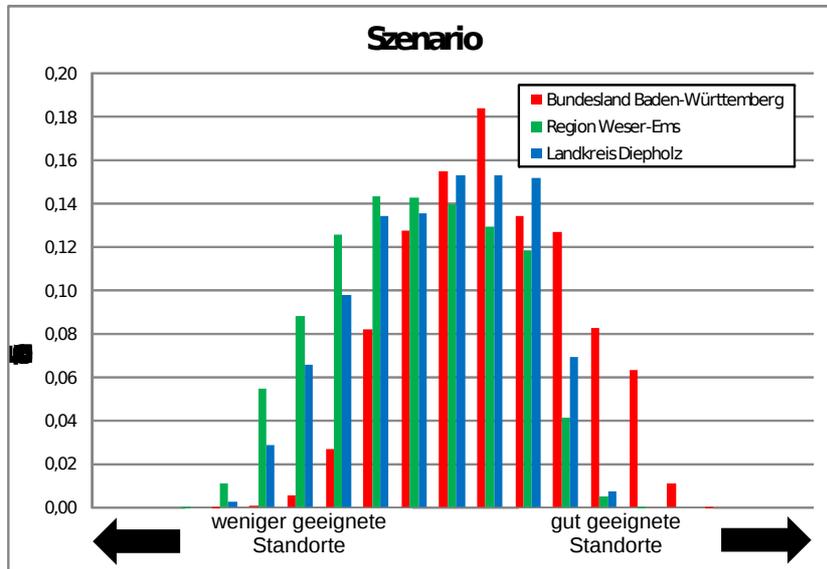


Abbildung 3: Darstellung der Ergebnisse eines Szenarios bezogen auf die drei Untersuchungsgebiete

Literatur

- [1] DLR – Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt (o. Datum): Corine Land Cover 2000 – Germany. URL: <http://www.corine.dfd.dlr.de>, zugegriffen am 15.04.2009
- [2] CGIAR Consortium für Spatial Information (2004): SRTM Digital Elevation Data. URL: <http://www.srtm.csi.cgiar.org>, zugegriffen am 09.04.2009
- [3] Regierungspräsidium Freiburg (2008a): Nutzungsbestimmungen für Geofachdaten des Automatisierten Raumordnungskatasters Baden-Württemberg. Freiburg, 4 Seiten
- [4] Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft, Verbraucherschutz und Landesentwicklung (o. Datum): Raumordnungs-kataster. URL: <http://www.ml.niedersachsen.de>, zugegriffen am 17.04.2009
- [5] Landkreis Diepholz (o. Datum): Geoweb, Geoinformation. URL: <http://www.diepholz.de/internet>, zugegriffen am 09.04.2009
- [6] Drews, A., Beyer, H.G., Rindelhardt, U. (2008): 'Quality of performance assessment of PV plants based on irradiance maps', Solar Energy, 82, p. 1067-1078, doi:10.1016/j.solener.2008.04.009
- [7] Hammer, A., Heinemann, D., Hoyer, C., Kuhlemann, R., Lorenz, E., Müller, R.W., Beyer, H.G.: 2003, 'Solar Energy Assessment Using Remote Sensing Technologies', Remote Sensing of Environment, Volume 86, Issue 3, pp423-432
- [8] Eastman, J. R., Kyem, P. A. K., Toledano, J., Jin, W. (1993): GIS and decision making. Clark Labs, Worcester, 112 Seiten