



Flächennutzungsmonitoring VI Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz

IÖR Schriften Band 65 · 2014

ISBN: 978-3-944101-65-1

Flächeninanspruchnahme für erneuerbare Energien in Deutschland – Datengrundlagen und erste Ergebnisse

Ulrich Walz, Nils Koldrack, Ralf Bill

Walz, Ulrich; Koldrack Nils; Bill, Ralf (2014): Flächeninanspruchnahme für erneuerbare Energien in Deutschland – Datengrundlagen und erste Ergebnisse. In: Gotthard Meinel, Ulrich Schumacher, Martin Behnisch (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring VI. Innenentwicklung – Prognose – Datenschutz. Berlin: Rhombos-Verlag, 2014, (IÖR-Schriften; 65), S. 45-53

Flächeninanspruchnahme für erneuerbare Energien in Deutschland – Datengrundlagen und erste Ergebnisse

Ulrich Walz, Nils Koldrack, Ralf Bill

Zusammenfassung

Vor dem Hintergrund der Energiewende wird in diesem Beitrag die aktuelle Flächeninanspruchnahme für Anlagen für erneuerbare Energien (Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Photovoltaik-Freiflächenanlagen) in Deutschland analysiert. Dabei geht es um die notwendigen Datengrundlagen und geeigneten Indikatoren für die Beobachtung der weiteren Entwicklung. Es wird deutlich, dass noch erhebliche Datenlücken bestehen und eine zentrale Sammlung von Geodaten zu diesem Thema bisher fehlt. Konkret wurde eine aktuelle Flächeninanspruchnahme von insgesamt mindestens 314 km² festgestellt (bis 2013). Dabei nehmen die Photovoltaik-Freiflächenanlagen mit 49,9 % den höchsten Flächenanteil ein. Wird jedoch die benötigte Anbaufläche für nachwachsende Rohstoffe für die Biogasanlagen in die Rechnung einbezogen, so liegt der aktuelle Flächenbedarf insgesamt zwischen ca. 11 300 km² und 17 700 km². Dies entspricht zwischen 3,2 % und 5 % der Fläche der Bundesrepublik. Die Flächeninanspruchnahme wird allerdings aufgrund der bestehenden Datenlücken eher unterschätzt. Weiterhin kommen noch Flächen für Wasserkraftwerke und Pumpspeichieranlagen sowie die Geothermie hinzu, die hier nicht betrachtet wurden.

1 Einführung

Die Umsetzung der Energiewende wird einen erhöhten Flächenbedarf für die Anlagen zur Erzeugung der erneuerbaren Energien und zum Anbau der nötigen Biomasse mit sich bringen. So werden Flächen insbesondere für Windenergieanlagen, Biogasanlagen, Photovoltaik-Freiflächenanlagen, geothermische Anlagen, Wasserkraftanlagen und Pumpspeicherwerke sowie die technische Infrastruktur in Anspruch genommen. Der dynamische Ausbau der erneuerbaren Energien in allen Sparten und der zügige Ausbau und die Modernisierung der Stromnetze werden Umweltauswirkungen haben und das Landschaftsbild sichtbar verändern (Megerle 2013; Schmidt et al. 2014).

Vor diesem Hintergrund soll in diesem Beitrag untersucht werden, welche Flächen derzeit schon für erneuerbare Energien in Anspruch genommen wurden. Folgenden Fragen wird nachgegangen:

- Welche Datengrundlagen für die Erfassung und die weitere Beobachtung der Flächeninanspruchnahme von Anlagen zur Erzeugung erneuerbarer Energien sind in Deutschland derzeit verfügbar, welche Datenlücken bestehen?

- Welche Aussagen lassen sich aus räumlichen Daten zur derzeitigen Flächeninanspruchnahme für erneuerbare Energien ableiten?

Im Folgenden sollen hier speziell die Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Windkraftanlagen und Biogasanlagen betrachtet werden (s. a. Koldrack et al. 2014).

2 Datengrundlagen

Für die Erfassung der Flächeninanspruchnahme sind geeignete aktuelle und räumlich hochaufgelöste Daten zu den einzelnen Anlagen notwendig. Dies stellt derzeit ein grundlegendes Problem dar, da räumliche (lagegenaue) Informationen in Deutschland zu solchen Anlagen bisher nicht zentral gesammelt werden. Stattdessen müssen zahlreiche Datengrundlagen herangezogen werden.

So stellt die interaktive „EnergyMap“ der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie e. V. (DGS 2014), die auf den Daten des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) basiert, zwar die Verteilung von Solaranlagen, Windenergieanlagen, Wasserkraftanlagen und Anlagen für Klärgas und Geothermie in einer rasterbasierten Karte visuell dar und bietet sie als kostenlosen Download an. Allerdings sind die Daten nur punktförmig erfasst (Gemeindemittelpunkte).

Eine wichtige amtliche Quelle für räumliche Daten ist das ATKIS Basis-DLM, das von der Arbeitsgemeinschaft der Vermessungsverwaltungen der Länder der Bundesrepublik Deutschland (AdV) verwaltet wird. Es stellt topographische Informationen flächendeckend für die Bundesrepublik digital bereit (BKG 2011).

Da Solarfelder genehmigungsbedürftig sind, war ein Ansatz in dieser Untersuchung die digitalen Raumplanungsinformationssysteme der Bundesländer auszuwerten. Die Recherche zeigte jedoch, dass die vorhandenen Daten – von einzelnen Bundesländern abgesehen – nicht aktuell und sehr unvollständig sind. Weiterhin stellt das bayerische Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (StMUG) mit dem „Energie-Atlas Bayern 2.0“ georeferenzierte Daten für den Freistaat Bayern als Download zur Verfügung. Allerdings sind die Anlagen nur als Punkte enthalten und somit keine Aussagen zur Flächeninanspruchnahme möglich.

Die private Betreiber-Datenbasis (BDB 2014, identisch mit der Ingenieurwerkstatt Energietechnik IWET), ein Zusammenschluss unabhängiger Ingenieure und Geowissenschaftler, sammelt, aktualisiert und veröffentlicht Betriebsdaten von deutschen Windenergieanlagen. Allerdings sind auch dort nur Gemeindemittelpunkte als Koordinaten der Anlagen erfasst. Der „Windmonitor“ des Fraunhofer Instituts für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES 2014) basiert ebenfalls auf diesen Angaben. Weiterhin ermittelt die Deutsche WindGuard GmbH auf „Basis von Abfragen bei Branchenakteuren sowie weiteren Recherchen“ jährlich Zahlen zu den Windkraftanlagen (Deutsche WindGuard 2014).

Aktuell wurde vom Bundesinstitut für Bau-, Stadt- und Raumforschung (BBSR) „... eine eigene Anlagendatenbank für das Bundesgebiet aufgebaut. Hierzu wurden für jedes Land standortscharfe Anlagendaten von Trägern der Regional- und Landesplanung, Zulassungsstellen und Genehmigungsbehörden sowie Energieagenturen beschafft und [...] zusammengeführt. Da in Niedersachsen keine präzisen Anlagendaten für das gesamte Landesgebiet vorlagen, wurden als Substitut ATKIS-Anlagendaten verwendet“ (Einig, Zaspel-Heisters 2014, 10).

Das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) führt eine eigene Datenbank zu Biomasseanlagen, die auf den EEG-Daten und den Angaben der Länderinstitutionen (DBFZ 2012) basiert. Allerdings stehen keine georeferenzierten Daten öffentlich zur Verfügung.

3 Auswertungen

3.1 Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Die Erfassung von Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlagen ist im ATKIS Basis-DLM zwar vorgesehen, jedoch ist dies bisher nicht in allen Bundesländern vollständig und einheitlich realisiert. Konkret können die Solarfelder in zwei Objektarten flächenförmig enthalten sein:

- 41002 AX_IndustrieUndGewerbeflaeche, Attribut PEG = 3 000 (Sonne)
- 51002 AX_BauwerkOderAnlageFuerIndustrieUndGewerbe, Attribut BWF = 1 230 (Solarzellen)

In Baden-Württemberg, Bayern, Brandenburg, Mecklenburg-Vorpommern, Saarland, Sachsen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein und Thüringen wird die Objektart 41002 genutzt (2013 insgesamt 1 939 Polygone), während in Hessen, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Saarland und Schleswig-Holstein die Objektart 51002 genutzt wird (2013 insgesamt 496 Polygone).



Abb. 1: Solarfeld auf einer ehemaligen Deponie (Foto: Walz 2012)

Da die Photovoltaik-Anlagen in den ATKIS-Daten bisher nur in geringem Maße erfasst sind (vgl. EEG-Daten der Energymap (s. o.) vom Juni 2013 mit 3 692 bzw. vom Februar 2014 mit 5 447 Solarstromanlagen-Freiflächenanlagen) wurden daher die im ATKIS verzeichneten Anlagen um Angaben aus den digitalen Raumplanungsinformationssystemen von Sachsen, Brandenburg und Baden-Württemberg, aus den EEG-Daten aus der EnergyMap sowie Daten des „Energie-Atlas Bayern 2.0“ ergänzt. Dazu wurde anhand der angegebenen Postleitzahl, Ort und Straße versucht, alle Freiflächenanlagen mithilfe der ATKIS-Daten und den Digitalen Orthophotos (DOP) des BKG manuell zu erfassen. Direkt angrenzende Polygone wurden zu einer Fläche zusammengeführt um sicherzustellen, dass eine Solaranlage nur aus einem Polygon besteht. Insgesamt konnten 2 022 PV-Freiflächenanlagen-Polygone mit einer Gesamtfläche von ca. 159 km² gesammelt werden.

3.2 Windkraftanlagen

Im ATKIS Basis-DLM werden die Windkraftanlagen an Land mit einer Mindesthöhe von 15 Metern als punktförmige Objekte in jedem Bundesland spitzaktualisiert (12 Monate). Konkret sind die Anlagen in zwei Objektarten in ATKIS enthalten:

- 51002 „AX_BauwerkOderAnlageFuerIndustrieUndGewerbe“, Attribut BWF = 1 220 (Windrad), punktförmige Erfassung. Für ca. 42 % der Windenergieanlagen wird die Objekthöhe (Durchschnittshöhe 107 m) (Attribut HHO) angegeben.
- 41002 „AX_Primaerenergie_IndustrieUndGewerbeflaeche, Attribut PEG = 4 000 (Wind), flächenhafte Erfassung. Thüringen hat dies bisher als einziges Bundesland umgesetzt. Allerdings waren 2012 noch für 505 Windkraftanlagen Polygone verzeichnet, 2013 aber nur noch für 135.

Nimmt man die Betreiber-Datenbasis als die Datenquelle mit der höchsten Zahl von Windkraftanlagen als Bezug, so sind in ATKIS 91,6 % aller Anlagen erfasst (Tab. 1). Allerdings sind die statistischen Angaben, die auf den Meldungen der Anlagenbetreiber beruhen, mit Unsicherheiten behaftet. Nicht alle stillgelegten Anlagen werden auch als solche erneut gemeldet, so dass eher eine Überschätzung der Anlagenzahl vorliegt. Damit könnten die Angaben in ATKIS relativ nahe an der Realität liegen.

Tab. 1: Anzahl von Windkraftanlagen in Deutschland in verschiedenen Datenquellen (Quelle: eigene Zusammenstellung auf Basis von BDB 2014; IWES 2013; Deutsche WindGuard 2014; DGS 2014 (Datenstand 2/2014) sowie eigenen Auswertungen von ATKIS)

| Jahr | Betreiber-Datenbasis/Fraunhofer Windmonitor | Deutsche WindGuard | Energymap | ATKIS |
|-------------|---|--------------------|--------------|-------------|
| Anzahl 2013 | 24 065 | 23 645 | 23 749 | 22 047 |
| Prozent | 100 (101,8) | 98,3 (100) | 98,7 (100,4) | 91,6 (93,2) |

Da die Windkraftanlagen in ATKIS in fast allen Bundesländern nur als punktförmige Daten enthalten sind, wird eine Methode benötigt, um die Flächeninanspruchnahme der Windenergieanlagen in Deutschland abzuschätzen. Das BBSR beschreibt eine Methode zur Ermittlung der Größe von Windparks. Dabei wird für jede Windkraftanlage ein 500 m-Puffer erstellt, der aus den allgemeinen Abstandsregeln, beispielsweise zu Siedlungen, begründet ist. Alle Windenergieanlagen, deren Puffer sich überschneiden, werden zu einer sogenannten „Windparkbezugsfläche“ zusammengefasst. Diese Methode ist aus planerischer Sicht sinnvoll, da sich die durch die Windkraftanlagen überdeckte Fläche anderen baulichen Nutzungen entzieht (Schmitt et al. 2006, 407 f.). Die vom Windpark an sich beanspruchte Fläche ergibt sich nun aus der gemeinsamen Kippabstandsfläche des Windparks. Der Durchschnittskippabstand betrug im Jahr 2013 rund 164 m. Dieser Methode liegt die Annahme zugrunde, dass die äußeren Windenergieanlagen eines Windparks durch ihren Kippabstand die beanspruchte Fläche bestimmen. Dazu wird die Windparkbezugsfläche um 336 m nach innen zusammengezogen bzw. „gepuffert“. Der Wert ergibt sich als Differenz aus dem 500 m-Puffer und dem mittleren Kippabstand.

Die direkte Flächeninanspruchnahme durch die Windräder wird verursacht durch die Fundamentfläche, angrenzende Lager- und Stellflächen sowie den Neu- bzw. Ausbau von Feldwegen (s. Abb. 2). Diese Angaben können allerdings kaum aus ATKIS oder anderen Daten automatisch abgeleitet werden, da zum einen bisher nur Thüringen die Anlagen flächenhaft erfasst und zum anderen nicht zu klären ist, welche Wege nur wegen einer Windkraftanlage gebaut wurden. Die in Thüringen flächenhaft erfassten



Abb. 2: Flächenhafte (schwarz) und punktförmige (weiß) Erfassung von Windkraftanlagen in Thüringen (Quelle: Datengrundlage ATKIS Basis-DLM und DOP, © GeoBasis-DE/BKG 2012; Bearbeitung Koldrack)

Anlagen haben eine Durchschnittsfläche von rund 0,13 ha. Eigene Erhebungen aus Luftbildern für insgesamt ca. 200 Anlagen ergaben eine durchschnittliche direkte Flächeninanspruchnahme von ca. 0,16 ha, was gut zu der bei Schmitt et al. (2006) genannten Größe von 0,1 ha passt. Zausig (2012) gibt dagegen einen höheren durchschnittlichen Flächenbedarf einer Windenergieanlage von 0,4 ha an.

Werden diese Zahlen mit der Anzahl der Anlagen hochgerechnet, so ergeben sich Werte für die direkte Flächeninanspruchnahme zwischen 36,1 km² und 41,0 km². Die nach der Windparkmethode berechnete Fläche beträgt 2 260 km².

3.3 Biogasanlagen

Die Biomasseanlagen sind im ATKIS-Datenbestand unter der Objektart 41002 „AX_Primaerenergie_IndustrieUndGewerbeflaeche“, Attribut PEG = 7 300 (Gas) geführt. Bisher sind jedoch nur wenige Anlagen tatsächlich mit diesem Attribut versehen. Durch den Attributwert „Geographische Namen“ (GN) lassen sich einige Anlagen zusätzlich identifizieren. Allerdings umfasst der genannte Attributwert auch alle anderen Gaskraftwerke. Weiterhin sind viele Biomasseanlagen unter dem Attribut PEG = 7 000 (Verbrennung) erfasst. Eine einfache, automatische Ableitung von Biogasanlagen aus ATKIS ist daher derzeit nicht möglich. Deshalb wurden alle unter diesen Attributen in ATKIS verzeichneten Anlagen im Luftbild überprüft und die Biogasanlagen selektiert. Es konnten insgesamt ca. 1 300 Biogasanlagen mit einer Gesamtfläche von ca. 16,59 km² identifiziert werden. Eine Biogasanlage incl. Lagerflächen etc. ist demnach im Durchschnitt ca. 1,26 ha groß.

Die Biogas-Datenbank des DBFZ verzeichnet zum 31.12.2013 insgesamt 7 477 Biogasanlagen mit einer installierten elektrischen Anlagenleistung von rund 3 255 Megawatt (MWel) (DBFZ 2014, 15). Demgegenüber gibt die Energymap-Datenbank 8 436 Anlagen zum Februar 2014 an. Werden diese Angaben für die Ermittlung der direkten Flächeninanspruchnahme zugrunde gelegt, so ergibt sich eine Fläche zwischen 94,2 km² und 106,3 km². Die Anlagen stehen mit wenigen Ausnahmen auf ehemaligen landwirtschaftlichen Flächen, wie die Überprüfung anhand von Luftbildern der im ATKIS verzeichneten 1 300 Anlagen ergab.

Eine Abschätzung des indirekten Flächenbedarfs, also der Fläche für den Anbau der Biomasse, erfolgte auf der Basis der Zusammensetzung der verwendeten Substrate nachwachsender Rohstoffe und deren benötigter Anbaufläche je kWh. Aus einer Betreiberbefragung des DBFZ (DBFZ 2014) und Werten für den Flächenbedarf in kWh je Hektar für die unterschiedlichen Substrate (KTBL 2013) lässt sich ein bundesweiter Flächenbedarf für den Anbau der nachwachsenden Rohstoffe zwischen 11 000 km² und 17 400 km² errechnen.



Abb. 3: Biogasanlage (Foto: Walz 2014)

4 Ergebnis und Fazit

Die Schätzung für die Flächeninanspruchnahme der einzelnen Anlagentypen zeigt, dass die direkte Flächeninanspruchnahme hauptsächlich von Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Biogasanlagen verursacht wird (Tab. 2). Aufgrund der in den unterschiedlichen Quellen teilweise weit voneinander abweichenden Anzahl von Anlagen, kann die Flächeninanspruchnahme nur innerhalb einer gewissen Spannweite angegeben werden. Außerdem gibt es unterschiedliche Sichtweisen und dementsprechende Ansätze zur Berechnung der Flächeninanspruchnahme, wie am Beispiel der Windkraft deutlich wird.

Zu beachten sind auch unterschiedliche Arten der Inanspruchnahme. Windkraftanlagen haben eine relativ geringere direkte Flächeninanspruchnahme, dagegen aber eine hohe visuelle Wirkung auf das Landschaftsbild. Werden Kippabstände oder notwendige Abstände zu Wohngebieten berücksichtigt, ergeben sich recht große Flächen, die beispielsweise nicht für Siedlungszwecke zur Verfügung stehen, sehr wohl aber für die Landwirtschaft. Ähnlich ist es bei Photovoltaik-Freiflächenanlagen, die zwar eine relativ große Fläche beanspruchen und auch starke ästhetische Auswirkungen haben können. Bei der Betrachtung deren ökologischer Auswirkungen ist allerdings zu berücksichtigen, wie die Fläche unterhalb der Solarpanels gepflegt wird und welche Vornutzung vorhanden war. Bei einer extensiven Pflege ohne Gifteinsatz kann es durchaus zu einer ökologischen Aufwertung der Flächen kommen. Dazu ist allerdings bisher recht wenig bekannt.

Tab. 2: Direkte und indirekte Flächeninanspruchnahme durch Anlagen zur Erzeugung regenerativer Energien in Deutschland 2013 (Quelle: eigene Auswertungen)

| Anlagentyp | Min. [km ²] | Max. [km ²] | Ø Fläche je Anlage [m ²] | Sonstige Angaben |
|--------------------------|-------------------------|-------------------------|--------------------------------------|---|
| Photovoltaik-Freiflächen | 159,4 | ? | 78 826 | Aufgrund der unvollständigen Datenlage ist eine höhere Flächeninanspruchnahme zu vermuten |
| Windenergie | 36,1 | 41,0 | 1 600 | Fläche Windparks bundesweit: 2 260 km ² |
| Biogas | 94,2 | 106,3 | 1 300 | Fläche für den Anbau der Biomasse bundesweit zwischen 11 000 und 17 400 km ² |
| Summe direkt | 289,7 | | | |

Die verfügbaren Geodaten zu Anlagen für erneuerbare Energien sind bisher sehr heterogen und unvollständig. Die ATKIS-Daten alleine können bisher nicht die auftretende Entwicklung adäquat nachzeichnen, wenngleich auch deutliche Fortschritte erkennbar sind. Hinzu kommt die qualitativ und quantitativ unterschiedlich fortgeschrittene Erfassung je nach Bundesland. Derzeit muss daher auf weitere Quellen wie z. B. die EEG-Daten, zurückgegriffen werden. Allerdings sind auch dafür prädestinierte Quellen wie die Raumordnungskataster der einzelnen Länder in diesem Bereich oft noch nicht vollständig. Allerdings zeigt eine telefonische Anfrage bei den jeweiligen Landesbehörden, dass hier der Bedarf erkannt wurde und an der vollständigen Erfassung solcher Anlagen gearbeitet wird.

Ein regelmäßiges Monitoring der Flächeninanspruchnahme wäre derzeit aus den genannten Gründen nur unter sehr hohem Aufwand und mit hohen Unsicherheiten möglich. Eine Ausnahme stellt dabei die Windkraft dar, aus ATKIS-Sicht möglicherweise demnächst auch die Solar-Freiflächenanlagen.

Wenngleich die direkte Flächeninanspruchnahme im Vergleich zu anderen Nutzungen relativ gering erscheint, sind diese in ihrer Wirkung sowohl aus landschaftsästhetischer als auch aus ökologischer Sicht nicht zu unterschätzen. Allerdings muss die Wirkung einer solchen Flächeninanspruchnahme immer in Relation zur Wirkung von konventionellen Energieträgern gestellt werden, die ja dadurch ersetzt werden sollen. So beträgt 2013 alleine die für Braunkohletegebaue in Deutschland in Anspruch genommene Fläche etwa 250 km², wie eigene Auswertungen auf der Grundlage von ATKIS zeigen.

5 Literatur

- BDB – Betreiber-Datenbasis (2014): Betriebsdaten von Windanlagen.
<http://www.btrdb.de/> (Zugriff: 22.08.2014).
- DBFZ – Deutsches Biomasseforschungszentrum (2012): Monitoring zur Wirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Biomasse. Leipzig, 114 S.
- DBFZ – Deutsches Biomasseforschungszentrum (2014): Stromerzeugung aus Biomasse: Zwischenbericht Juni 2014. Leipzig, 137 S.
- Deutsche WindGuard (2014): Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland: Zusätzliche Auswertungen und Daten für das Jahr 2013. Varel, 16 S.
- DGS – Deutsche Gesellschaft für Sonnenenergie (2014): EnergyMap.
<http://www.energymap.info> (Zugriff: 29.09.2014).
- Einig, K.; Zaspel-Heisters, B. (2014): Windenergieanlagen und Raumordnungsgebiete: Verteilung, Anlagendichte, installierte Leistung. BBSR-Analysen kompakt, 01/2014. Bonn, 20 S.
- BKG – Bundesamt für Kartographie und Geodäsie (2011): ATKIS Basis-DLM (AAA-Modellierung). Dokumentation. 61 S.
- IWES – Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (2014): Windenergie Report: Deutschland 2013. 112 S.; s. a. www.windmonitor.de
- Koldrack, N.; Bill, R.; Walz, U. (2014): GIS-basierte Ermittlung der Flächeninanspruchnahme für Energieinfrastrukturen in Deutschland. GIS.Science, 2/2014, 55-63.
- KTBL – Kuratorium für Technik und Bauwesen in der Landwirtschaft (2013): Faustzahlen Biogas, 3. Aufl., Darmstadt, 360 S.
- Megerle, H. (2013): Landschaftsveränderungen durch Raumansprüche erneuerbarer Energien – aktuelle Entwicklungen und Forschungsperspektiven am Beispiel des Ländlichen Raumes in Baden-Württemberg. In: Gailing, L.; Leibenath, M. (Hrsg.): Neue Energielandschaften – Neue Perspektiven der Landschaftsforschung. Springer, Wiesbaden, 145-164.
- Schmidt, C.; Hofmann, M.; Dunkel, A. (2014): Den Landschaftswandel gestalten!: Potenziale der Landschafts- und Raumplanung zur modellhaften Entwicklung und Gestaltung von Kulturlandschaften vor dem Hintergrund aktueller Transformationsprozesse. 67 S.
http://tu-dresden.de/landschaftsarchitektur/land-schaftswandel_gestalten (Zugriff: 22.08.2014).
- Schmitt, M.; Dosch, F.; Bergmann, E. (2006): Flächeninanspruchnahme durch Windkraftanlagen. Raumforschung und Raumordnung, 5/2006, 405-412.
- Zausig, J. (2012): Bau und Betrieb von Windkraftanlagen – Auswirkung auf Boden und Grundwasser. In: Bayerisches Staatsministerium für Umwelt und Gesundheit (Hrsg.): Erneuerbare Energien und Bodenschutz. Marktredwitz, 36-40.