Flächennutzungsmonitoring XI
Flächenmanagement – Bodenversiegelung – Stadtgrün

IÖR Schriften Band 77 · 2019

ISBN: 978-3-944101-77-4

Entwicklung der Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Deutschland – auf Grundlage des ATKIS Basis-DLM

Laura Göhler, Ulrich Walz, Tobias Krüger

Göhler, L.; Walz, U.; Krüger, T. (2019): Entwicklung der Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Deutschland – auf Grundlage des ATKIS Basis-DLM. In: Meinel, G.; Schumacher, U.; Behnisch, M.; Krüger, T. (Hrsg.): Flächennutzungsmonitoring XI. Flächenmanagement – Bodenversiegelung – Stadtgrün. Berlin: Rhombos, IÖR Schriften 77, S. 149-158.

RHOMBOS Rhombos Verlag – www.rhombos.de

Leibniz-Institut für ökologische Raumentwicklung IÖR – www.ioer.de

Entwicklung der Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Deutschland – auf Grundlage des ATKIS Basis-DLM

Laura Göhler, Ulrich Walz, Tobias Krüger

Zusammenfassung

Wesentliche Fragestellungen der hier vorgestellten Analyse sind die Entwicklung von Photovoltaik (PV)-Freiflächenanlagen bis 2017, deren geografische Lage sowie verkehrs- und naturräumliche Zusammenhänge. Zur Einschätzung des ATKIS Basis-DLM als Datengrundlage wurde eine Befragung der Landesvermessungsverwaltungen durchgeführt. Im Fokus standen dabei Qualität und Aktualität der Daten. Die Auswertungen auf Bundeslandebene bestätigen ein höheres Aufkommen von PV-Freiflächenanlagen in Bayern und in den östlichen Bundesländern, mit Schwerpunkt in Brandenburg und Sachsen-Anhalt. Durch die räumliche Überlagerung neuer Anlagen aus den Jahren 2015 bis 2017 mit den Flächennutzungsdaten des Vorjahres wurde die Vornutzung bestimmt. Anschließend wurden diese mit den förderungswürdigen Flächenkategorien des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG) abgeglichen. Darunter fallen seit 2010 u. a. Randbereiche von Autobahnen und Schienenwegen. Entlang dieser Trassen konnte ein Ausbau von etwa einem Viertel des PV-Freiflächenbedarfes ermittelt werden. Naturschutzgebiete und Nationalparks sind in der Regel nicht betroffen – Landschaftsschutzgebiete werden dagegen häufiger in Anspruch genommen.

1 Einführung

Die Energiewende hin zu erneuerbaren Energien ist derzeit ein weltweites Thema (Reichmuth 2011). Auch Deutschland hat sich große Ziele in Sachen nachhaltiger Energieversorgung gesetzt. 80 % des Bruttostromverbrauchs sollen bis 2050 aus erneuerbaren Energiequellen stammen (EEG 2017). Im Jahr 2017 produzierten diese einen Stromanteil von 33,1 %, wovon etwa ein Fünftel auf Sonnenenergie entfällt (AGEB 2018), darunter Solaranlagen an oder auf Gebäuden sowie Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA). Letztere stellen einen neuen Anspruch an die Landschaft dar und können diese ästhetisch stark überprägen. PV-Freiflächenanlagen werden meist durch einen zwei Meter hohen Zaun gegen Diebstahl und Zerstörung gesichert (Günnewig et al. 2007). Durch die Zäunung der Anlagen tragen diese auch zur Fragmentierung der Lebensräume bei. In unseren heutigen intensiv genutzten Landschaften sind große unzerschnittene Freiräume allerdings eine wertvolle Ressource (Walz und Schauer 2009).

Im Rahmen dieser Arbeit wurde folgenden Fragen nachgegangen: Welche Fläche nehmen Photovoltaik-Freiflächenanlagen derzeit ein und wie verlief die Entwicklung der

letzten Jahre? Auf welcher Vornutzung wurden die Anlagen errichtet? Wurden die im EEG vorgesehenen Korridore entlang der Autobahnen und Bahnstrecken genutzt? Wurden solche Anlagen innerhalb oder in der Nähe von Schutzgebieten errichtet?

Bisherige Flächenangaben beruhen zumeist auf Hochrechnungen auf Basis der installierten Leistung. Fortschreitende Technologien führen dabei zu entsprechenden Unsicherheiten (Kelm et al. 2018). Zur räumlichen Analyse wurden die Daten des Digitalen Basis-Landschaftsmodells (ATKIS Basis-DLM) bis 2017 verwendet. Für eine bessere Einschätzung der Datengrundlage wurde eine Befragung der Landesvermessungsverwaltungen durchgeführt. Des Weiteren wurden Flächennutzungsdaten sowie bereits gepufferte Vektordaten des Autobahn- und Eisenbahnnetzes verwendet, die ebenfalls auf dem Basis-DLM beruhen (IÖR-Monitor 2018). Vom Bundesamt für Naturschutz stammen die geografischen Informationen der verschiedenen Schutzgebiete (u. a. Landschafts- und Naturschutzgebiete sowie Nationalparke).

2 Befragung der Landesvermessungsverwaltungen

Für die digitale Erfassung des ATKIS Basis-DLMs sind die Landesvermessungsverwaltungen zuständig. Aus der Befragung ergab sich, dass die Erfassungen überwiegend auf digitalen Orthophotos (DOP) beruhen. In einzelnen Bundesländern sind zusätzlich Gebietstopographen im Einsatz. In Bayern und Thüringen erfolgt die Erfassung der PV-FFA ausschließlich durch Gebietstopographen vor Ort. Für 80 % der Landesfläche Deutschlands wurde eine vollständige Erfassung der PV-Freiflächenanlagen angegeben. Die Modellierung erfolgt i.d.R. entlang der Umzäunung, was teilweise zur Einbeziehung von Randstreifen und Wiesenflächen um die eigentlichen PV-FFA führt. Die Mindesterfassungsfläche beträgt in einigen Bundesländern 0,1 ha, in anderen 0,5 ha. Der Zeitraum zwischen Inbetriebnahme einer Photovoltaik-Freiflächenanlage und ihrer Erfassung im Basis-DLM kann bis zu fünf Jahre umfassen. Tabelle 1 schlüsselt die Zeiträume der einzelnen Bundesländer auf.

Tab. 1: Zeitraum zwischen Inbetriebnahme einer PV-Freiflächenanlage und ihrer Erfassung im ATKIS Basis-DLM. Ergebnis der Befragung nach Bundesländern. Stand August 2018, N = 15

Zeitraum zwischen Inbetriebnahme und Erfassung im ATKIS	Bundesland
bis 1 Jahr	Bayern, Rheinland-Pfalz
bis 2 Jahre	Baden-Württemberg, Berlin, Thüringen
bis 3 Jahre	Brandenburg, Niedersachsen/ Bremen, Nordrhein-Westfalen, Sachsen-Anhalt, Schleswig-Holstein
bis 4 Jahre	Mecklenburg-Vorpommern
bis 5 Jahre	Hessen, Saarland
keine zeitliche Festlegung	Hamburg, Sachsen

Generell streben alle Bundesländer eine Erfassung innerhalb von drei Jahren an. Bei der Interpretation nachfolgender Ergebnisse ist die erwähnte zeitliche Verzögerung zwischen realem Anlagenbau und der Datenübertragung in das ATKIS Basis-DLM zu beachten.

3 Entwicklung und Ausbauzustand

3.1 Ausbau auf Bundeslandebene

Im Zeitraum von 2015 bis 2017 konnte folgende Entwicklung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen anhand der ATKIS-Daten verzeichnet werden (Abb. 1):

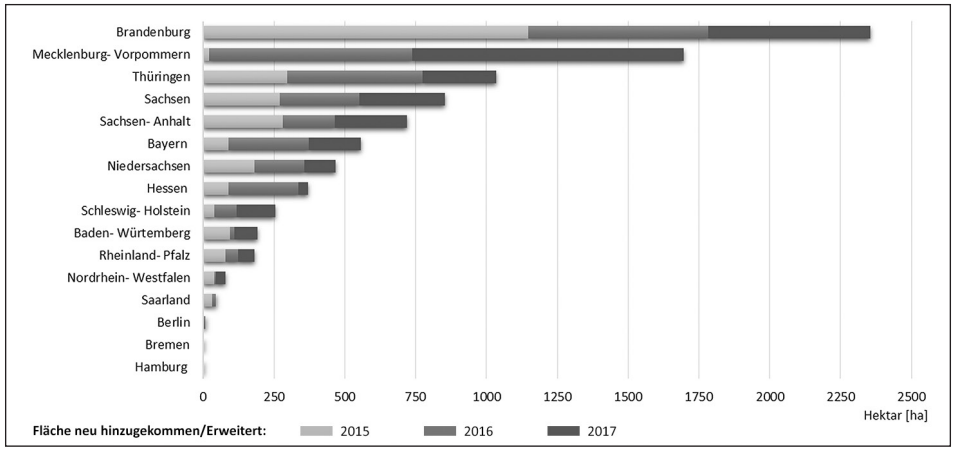

Abb. 1: PV-Freiflächenentwicklung auf Bundeslandebene (Quelle: ATKIS Basis-DLM © GeoBasis-DE/BKG 2018; eigene Bearbeitung)

Für den untersuchten Zeitraum lässt sich erkennen, dass vor allem in den östlichen Bundesländern die Photovoltaik-Freiflächenanlagen zugenommen haben. Der höchste Wert wurde in Brandenburg mit über 2 300 ha ermittelt, gefolgt von Mecklenburg-Vorpommern mit knapp 1 700 ha. Im Vergleich mit anderen Bundesländern weist Brandenburg die größten Solaranlagenkomplexe von bis zu 180 ha auf. Von 2015 bis 2017 stiegen die beanspruchten Flächen durch PV-Freiflächenanlagen in Deutschland insgesamt um etwa 8 800 ha.

3.2 Ausbauzustand 2017

Zum Stand 2017 wurden im ATKIS Basis-DLM etwa 24 270 ha an PV-FFA ausgewiesen. Das entspricht 0,068 % der Landesfläche Deutschlands. Diese Flächenangabe korrespondiert mäßig gut mit dem im EEG-Erfahrungsbericht 2018 genannten Wert von 27 150 ha, der aus einer leistungsbasierten Hochrechnung resultiert (Kelm et al. 2018).

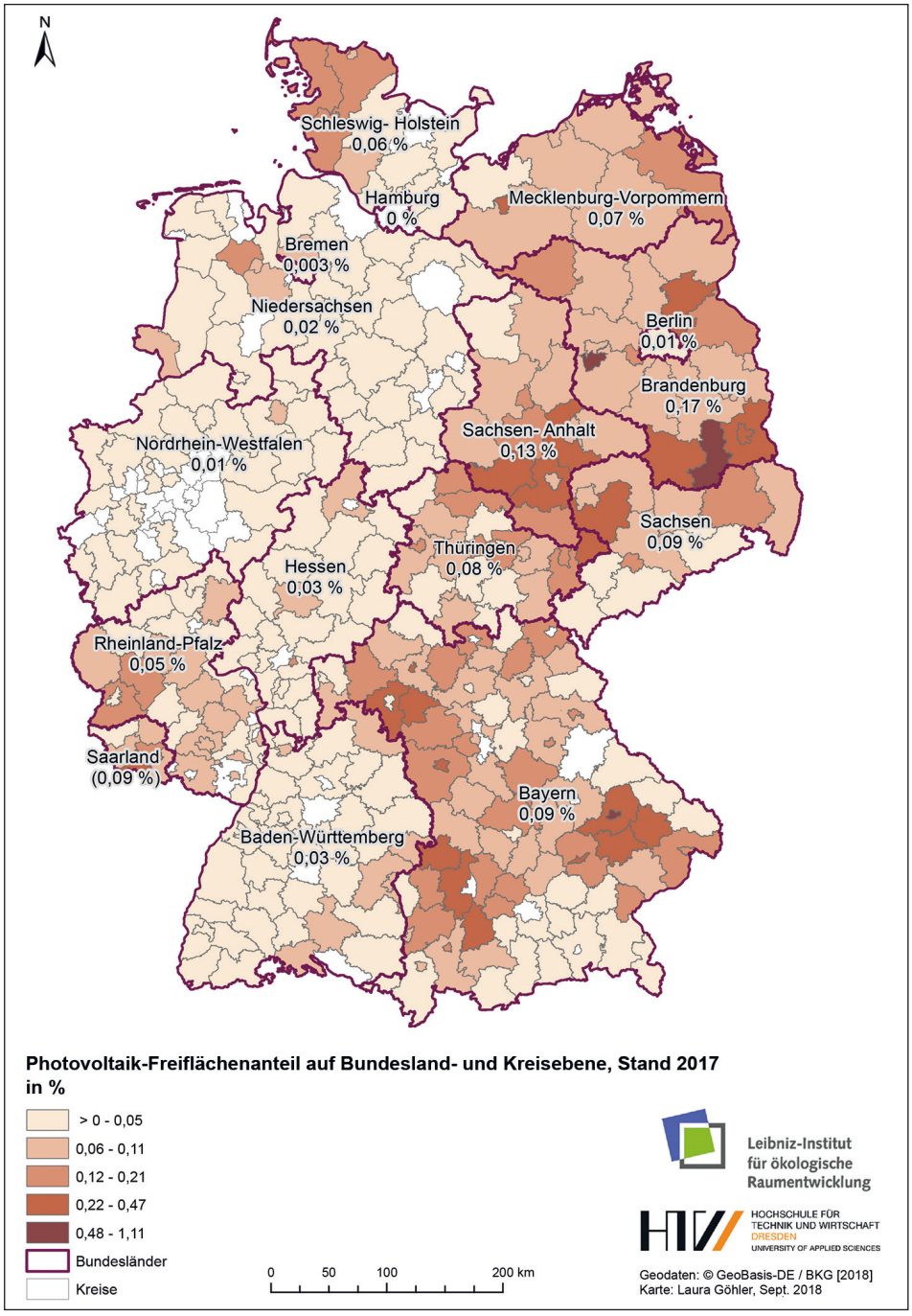

Abb. 2: Anteil PV-Freiflächenanlagen an der Bundesland- und Kreisfläche (Quelle: ATKIS Basis-DLM © GeoBasis-DE/BKG 2018, eigene Bearbeitung)

Die Karte in Abbildung 2 zeigt, dass sich die Landkreise mit dem größten Anteil von PV-FFA in den östlichen Bundesländern und in Bayern befinden. Höhere Flächenanteile finden sich auch im Norden Schleswig-Holsteins und im Westen von Rheinland-Pfalz. Absolut gesehen ist Bayern mit circa 6 700 ha das Bundesland mit der größten Fläche an PV-FFA. Betrachtet man den Flächenanteil pro Landesfläche, wurde in Brandenburg (0,17 %) und Sachsen-Anhalt (0,13 %) der stärkste PV-Freiflächenausbau ermittelt. Danach folgen Bayern, Sachsen und Saarland mit jeweils 0,09 %. Nordrhein-Westfalen (0,01 %) wies, als einwohnerstärkstes Bundesland, eine der geringsten Solarfreiflächennutzungen auf. Der geringe Ausbau in den westlichen Bundesländern ist laut BMWi (2018) vorrangig auf die verminderte Flächenverfügbarkeit zurückzuführen.

4 Flächenvornutzung

Aus Untersuchungen zur vorhergehenden Nutzung der Flächen, auf denen PV-Freiflächenanlagen im Zeitraum von 2015 bis 2017 gebaut wurden, geht hervor, dass ein Großteil der Anlagen auf landwirtschaftlichen Flächen realisiert wurde (Abb. 3). Im Verlauf der drei Jahre reduzierte sich dabei der Anteil des Zubaus auf landwirtschaftlichen Flächen in Bezug zum gesamten Zubau des jeweiligen Jahres von 55 % auf 31 %. Dahingegen wurde bei Industrie- und Gewerbeflächen, sowie Abbau- und Haldenflächen ein signifikanter Anstieg ermittelt. Zusammen mit vier weiteren Flächennutzungen wurden diese als Konversionsflächen zusammengefasst. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz definiert Konversionsflächen als jene Flächen, die ehemaliger wohnungsbaulicher,

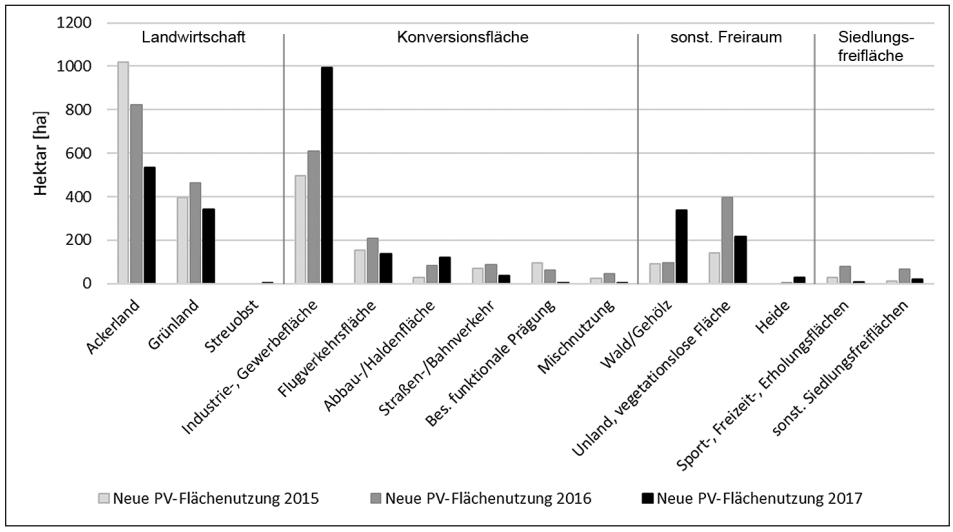

Abb. 3: Vornutzung der Flächen für PV-Freiflächenanlagen 2015 bis 2017 (Quelle: ATKIS Basis-DLM © GeoBasis-DE/BKG 2018, IÖR-Monitor: Flächennutzung 2014-2016, eigene Bearbeitung)

verkehrlicher, militärischer, oder wirtschaftlicher Nutzung unterliegen. Diese Flächen erhalten eine Vergütungsgarantie von 20 Jahren (EEG 2017).

Ein erheblicher Anteil von insgesamt 1 320 ha wurde im Bereich von Wald-/Gehölzflächen sowie Unland/-vegetationslosen Flächen errichtet. In früher durchgeführten Stichproben konnte festgestellt werden, dass es sich hierbei oft um ehemalige Militärflächen handelt (Koldrack et al. 2014). Da keine Daten zu ehemaligem militärischem Gelände vorlagen, konnte jedoch dazu keine eindeutige Aussage getroffen werden. Im Zeitraum von 2015 bis 2017 hat eine bevorzugte Inanspruchnahme von Konversionsflächen (74 %), vor allem in den östlichen Bundesländern, stattgefunden (BMWi 2018). Begründet wird dies auch durch das Vorhandensein vieler und großer ehemaliger militärischer Flächen, welche vor allem in Brandenburg und Sachsen-Anhalt zu finden sind (Kelm et al. 2018). Gemeint sind hierbei vorhandene Freiräume, wie beispielsweise ehemalige Truppenübungsplätze. Die Untersuchungen ergaben für Brandenburg einen hohen PV-Anteil im sonstigen Freiraum, der sich dadurch erklären ließe.

Die Nutzung von Siedlungsfreiflächen fiel vergleichsweise gering aus. Da eine jährliche Zuordnung durch die Datenlage nicht gewährleistet werden kann, ist diese Entwicklung als ein Trend zu verstehen. Der Rückgang im Bereich der landwirtschaftlichen Flächen wird auf die Einschränkung durch das EEG, Anlagen bevorzugt auf Ackerflächen in benachteiligten Gebieten, wie beispielsweise entlang von Autobahnen und Eisenbahntrassen zu fördern, zurückgeführt (EEG 2017). Inwieweit die für den PV-Freiflächenausbau begünstigten Korridore entlang überregionaler Verkehrswege genutzt werden, wird im Folgenden näher untersucht.

5 Ausbau entlang von Verkehrswegen

Seit 2010 hat das Erneuerbare-Energien-Gesetz eine Vergütungsgarantie für Freiflächenanlagen eingeführt, die in einem Abstand bis zu 110 m entlang von Autobahnen und Schienenwegen errichtet werden (EEG 2010). Diese Bereiche gelten als ökologisch und landschaftsästhetisch vorbelastet und stellen daher einen vergleichsweise geringen Raumwiderstand für die Errichtung einer PV-Freiflächenanlagen dar (Niemann et al. 2017).

Der Ausbaustand der Anlagen von 2017 zeigt sich entlang des Autobahnen- und Schienennetzes stark differenziert zwischen den einzelnen Bundesländern (Abb. 4). Die höchsten prozentualen Anteile im Abstandbereich bis 110 m wurden im Saarland (45 %), in Sachsen (36 %) und Bayern (34 %) ermittelt. Den geringsten Anteil weist in diesem Fall Brandenburg (18 %) auf. Insgesamt sind derzeit 27 % (6 500 ha) des Flächenbedarfs für Photovoltaik-Freiflächenanlagen im Bereich dieser Korridore zu finden. Diese Fläche umfasst alle Anlagen, die den 110-m-Korridor entlang der Verkehrstrassen wenigstens

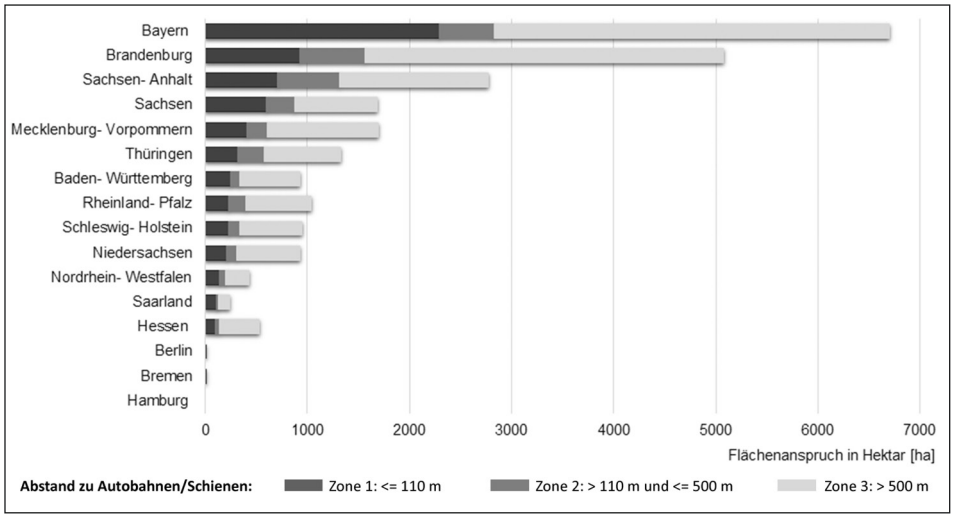

Abb. 4: PV-Freiflächenanlagen entlang von Autobahnen und Schienenwegen (Quelle: ATKIS Basis-DLM © GeoBasis-DE/BKG 2018; IÖR-Monitor 2017; eigene Bearbeitung)

berühren, ggf. aber über diesen hinausreichen. Räumlich tatsächlich innerhalb des Puffers von 110 m befinden sich etwa 3 300 ha Fläche PV-FFA, was 14 % der Gesamtfläche aller Anlagen entspricht. Für die Umsetzung des bundesweiten Ausbauziels gab der EEG-Erfahrungsbericht 2018 eine ausreichende Flächenverfügbarkeit primär entlang der überregionalen Verkehrslinien an (Kelm et al. 2018). Künftig ist mit einer steigenden Nutzung dieses Flächenpotentials zu rechnen.

6 Betroffenheit von Schutzgebieten

Bei der räumlichen Analyse zwischen PV-Freiflächenanlagen und Naturschutzgebieten, Nationalparks und Landschaftsschutzgebieten zeigt sich, dass Naturschutzgebiete und Nationalparks erwartungsgemäß nicht für die Solarenergiegewinnung genutzt werden. Die diesen Schutzgebietskategorien am nächsten liegenden Anlagen weisen in den meisten Fällen einen Abstand von über 1 000 m auf. Anders war das Ergebnis bei Landschaftsschutzgebieten. Zwar weist der Großteil der Anlagen (56 %) eine Entfernung von mindestens 1 000 m auf, aber es befinden sich vergleichsweise viele Anlagen in geringerem Abstand zu einem Landschaftsschutzgebiet. In Deutschland insgesamt liegen sogar 650 ha PV-Freiflächenanlagen und damit 3 % aller Anlagen innerhalb von Landschaftsschutzgebieten.

7 Fazit und Ausblick

Zusammenfassend ist zu vermerken, dass durch die derzeitige Datenlage im ATKIS Basis-DLM ein guter Einblick in den Ausbau der Photovoltaik-Freiflächenanlagen in Deutschland möglich ist. Hervorzuheben ist, dass damit auch lagebezogene Analysen durchgeführt werden können. Allerdings gibt es große bundeslandspezifische Unterschiede hinsichtlich des Zeitraums zwischen Inbetriebnahme einer Anlage und deren Erfassung im ATKIS Basis-DLM. Positiv hervorzuheben sind Bayern und Rheinland-Pfalz mit einer Turnusaktualität von einem Jahr.

Für die Flächennutzungsentwicklung konnten wesentliche Trends aufgezeigt werden. So hat die Nutzung anthropogen vorbelasteter Flächen zugenommen. Gleichzeitig ist ein Anstieg im Bereich des sonstigen Freiraums feststellbar. Es wird angenommen, dass es sich meist um ehemalige militärische Flächen handelt. In diesem Fall zählen sie als vergütungsfähige Konversionsflächen, konnten aber nicht eindeutig identifiziert werden. Die Nutzung von Siedlungsfreiflächen fiel vergleichsweise gering aus. In städtisch geprägten Bereichen sind gering verfügbare Flächenpotentiale und vorrangig PV-Installationen an oder auf Gebäuden zu erwarten. Wenn auch rückläufig, wurde ein Großteil des Ausbaus auf landwirtschaftlichen Flächen realisiert.

Eine Realisierung von etwa einem Viertel des PV-Flächenbedarfs befindet sich entlang überregionaler Verkehrswege (Autobahnen, Bahntrassen), davon 14 % innerhalb eines 110-m-Korridors. Zu beachten ist die EEG-Flächenförderung erst seit dem Jahr 2010. Künftig wäre eine steigende Nutzung dieser Flächen entlang von Verkehrswegen denkbar. Eine räumliche Kombination der Solarenergiegewinnung mit der bereits vorhandenen Infrastruktur ist aus Sicht der Vermeidung bzw. Minimierung weiterer Landschaftszerschneidung anzuraten. Forschungsbedarf besteht in der Untersuchung der Barrierewirkung und Landschaftszerschneidung durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen sowie in der Kombination von PV-Freiflächenanlagen und agrarwirtschaftliche Parallelnutzung.

Im Ergebnis dieser Untersuchungen wird ein regelmäßiges Monitoring durch den neuen Indikator „Anteil Photovoltaik-Freiflächenanlagen an Gebietsfläche“ im IÖR-Monitor angestrebt.

8 Literatur

AGEB – Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (2018): Bruttostromerzeugung in Deutschland ab 1990 nach Energieträgern.
https://www.ag-energiebilanzen.de (Zugriff: 31.10.2018).

BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2018): Erfahrungsbericht nach § 97 EEG (EEG-Erfahrungsbericht): 3-13.
https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/files/EEG_2017_Erfahrungsbericht.pdf (Zugriff: 03.10.2018).

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz (2010): Erstes Gesetz zur Änderung des Erneuerbare- Energien- Gesetzes. Deutscher Bundestag, vom 17.08.2010. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2010, Teil I, Nr. 43.

EEG – Erneuerbare-Energien-Gesetz (2017): Gesetz zur Einführung von Ausschreibungen für Strom aus erneuerbaren Energien und zu weiteren Änderungen des Rechts der erneuerbaren Energien. Deutscher Bundestag, vom 13.10.2016. Bundesgesetzblatt, Jahrgang 2016, Teil I, Nr. 49.

Günnewig, D.; Sieben, A.; Püschel, M.; Bohl, J.; Mack, M. (2007): Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. i.A. Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. ARGE Monitoring PV- Anlagen c/o Bosch & Partner GmBH. Hannover.

IÖR-Monitor (2018): Flächenschema. Leibniz- Institut für ökologische Raumentwicklung. Dresden.
http://www.ioer-monitor.de/fileadmin/user_upload/monitor/pdf/flaechenschema_01_2018.pdf (Zugriff: 01.11.2018).

Kelm, T.; Metzger, J.; Jachmann, H.; Günnewig, D.; Püschel, M.; Schicketanz, S.; Kinast, P.; Thylmann. M.; Nazerian, V. (2018): Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 EEG. Teilvorhaben II c: Solare Strahlungsenergie.
https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Downloads/bmwi_de/bericht-eeg-4-solar.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (Zugriff: 03.10.2018).

Koldrack, N.; Bill, R.; Walz, U. (2014): GIS-basierte Ermittlung der Flächeninanspruchnahme für Energieinfrastrukturen in Deutschland. In: GIS Science, Bd. 2: 55-63.

Niemann, K.; Rüter, S.; Bredemeier, B.; Diekmann L.; Reich, M.; Böttcher, M. (2017): Photovoltaik-Freiflächenanlagen an Verkehrswegen in Deutschland. Ausbauzustand und mögliche Folgen für den Biotopverbund. In: Natur und Landschaft (92): 119-128.

Reichmuth, M. (2011): Vorbereitung und Begleitung der Erstellung des Erfahrungsberichtes 2011 gemäß § 65 EEG im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit. i. A. Bundesumweltministerium (BMU), www.bmu.de.
https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Gesetze-Verordnungen/eeg_eb_2011_solare_strahlung_bf.pdf?__blob=publicationFile&v=5 (Zugriff: 07.10.2018).

Walz, U.; Schauer, P. (2009): Unzerschnittene Freiräume als Schutzgut? Landschaftszerschneidung in Deutschland mit besonderem Fokus auf Sachsen. In: Siedentop, S. (Hrsg.): Freiraumschutz und Freiraumentwicklung durch Raumordnungsplanung. Bilanz, aktuelle Herausforderungen und methodisch-instrumentelle Perspektiven. Hannover: Akad. für Raumforschung und Landesplanung (Arbeitsmaterial, Nr. 349): 46-70.