

Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Sachstand und Möglichkeiten der Aufwertung von Natur und Landschaft

Ground-mounted photovoltaic systems: Status and options to enhance nature and landscape

Esther Johannwerner, Dieter Günnewig und Thomas Wachter

Zusammenfassung

Mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 wurde ein Ausbau der Photovoltaik (PV) auf 400 Gigawatt (GW) bis 2040 festgelegt, der hälftig auf Freiflächen erfolgen soll. Um diese Ausbauziele zu realisieren, bedarf es rund 0,55 % der Gesamtfläche Deutschlands. In Relation zur landwirtschaftlich genutzten Fläche wären es anteilig rund 1,2 %. PV-Freiflächenanlagen beanspruchen Flächen, ohne diese nennenswert zu versiegeln. Je nach Art und Dichte der Modulreihen werden bei klassischen Anlagen 40 % bis über 80 % der Fläche überbaut. Solarparks mit besonderen Biotopfunktionen weisen eine geringere Flächeninanspruchnahme auf sowie ein Management der Biotope. Bei Agri-PV-Anlagen wird die landwirtschaftliche Nutzung mit der Stromerzeugung kombiniert. Alle Anlagentypen führen zu Eingriffen in Natur und Landschaft, die nach den Vorgaben der Eingriffsregelung kompensiert werden müssen. Diskutiert wird derzeit, welche Kompensationsmaßnahmen in welchem Umfang in Solarparks entwickelt werden können. Vor diesem Hintergrund wird anhand einer Matrix, die in einem vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) geförderten Forschungsvorhaben entwickelt wurde, aufgezeigt, welche PV-Anlagentypen auf bestimmten Standorten zulässig sind und welche naturschutzfachlichen Aufwertungen dabei möglich sind. Im Idealfall kann die Verwendung externer Flächen für die Kompensation der Eingriffe deutlich minimiert werden oder im Einzelfall sogar entfallen.

Photovoltaik-Freiflächenanlage – Biodiversitäts-Photovoltaik-Anlage – Eingriffsregelung – Aufwertung – Umweltauswirkungen – Anlagen-Standort-Matrix – Kompensationsfläche

Abstract

The German Renewable Energy Sources Act (EEG) 2023 stipulates an expansion of photovoltaics (PV) to 400 gigawatts (GW) by 2040, half of which is to take place on open spaces. To achieve these expansion targets, around 0.55 % of Germany's total area is required. In relation to the area used for agriculture, this would be around 1.2 %. Ground-mounted PV systems take up land without significantly sealing it. In the case of conventional systems, 40 % to over 80 % of the area is built over, depending on the type and density of the module rows. Solar parks with special biotope functions require less land and are subject to biotope management. Agrivoltaics combine agricultural use with electricity generation. All types of systems lead to interventions in nature and landscape, which have to be compensated for in accordance with the impact mitigation (Eingriffsregelung) procedure stipulated in German nature conservation law. Discussions are currently underway as to which compensation measures can be developed in solar parks and to what extent. Against this background, a matrix developed in a research project funded by the German Federal Agency for Nature Conservation (BfN) is used to show which PV system types are permissible on certain sites and which conservation-related enhancements are possible. Ideally, the use of external areas to compensate for impacts can be significantly minimised or even eliminated in individual cases.

Ground-mounted photovoltaic system – Biodiversity photovoltaic system – Impact mitigation – Enhancement – Environmental impact – System location matrix – Compensation area

Manuskripteinreichung: 2.4.2024, Annahme: 19.9.2024

DOI: 10.19217/NuL2024-12-01

1 Einleitung

Die zunehmende bedrohliche Entwicklung des Klimawandels, aber auch eine veränderte politische Konstellation auf Bundesebene in Deutschland haben seit 2021 im Handlungsfeld Klimaschutz und Energiewende eine bisher nicht gekannte Dynamik ausgelöst. Zu den zentralen Aktivitäten der Regierung zählt der forcierte Ausbau der erneuerbaren Energien, der nach § 2 Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) im überragenden öffentlichen Interesse liegt und der öffentlichen Sicherheit dient. Nach § 4 Nr.3 EEG soll bis 2030 die installierte Leistung von Photovoltaik(PV)-Anlagen (segmentübergreifend) 215 Gigawatt (GW) betragen, im Jahr 2040 sollen es dann 400 GW sein. Der Zubau von Dach- und Gebäudeanlagen einerseits

und von Freiflächenanlagen andererseits wird zu etwa gleichen Anteilen erwartet (BMWK 2022).

Im Jahr 2023 sind bereits rund 14,5 GW Solarkapazitäten errichtet worden, davon rund 4,8 GW als Freiflächenanlagen. Damit sind, ausgehend vom Stand Ende 2022 mit rund 20 GW und 34.700 ha Flächeninanspruchnahme (Kelm et al. 2023), zu Beginn des Jahres 2024 bundesweit rund 25 GW Leistung an PV-Freiflächenanlagen installiert, die rund 40.000 ha Fläche belegen (eigene Berechnungen auf Basis des Marktstammdatenregisters). Bis 2030 ist gemäß der Ausbauziele von einer Flächeninanspruchnahme von insgesamt rund 97.000 – 110.000 ha auszugehen, im Jahr 2040 von rund 148.000 – 195.000 ha. Hierfür sind rund 0,55 % der Gesamtfläche Deutschlands erforderlich. Bezogen auf die Gesamtheit der

landwirtschaftlich genutzten Fläche wären dies in Zukunft rund 1,2 % (Günnewig et al. 2024).

Gleichzeitig werden 2 % des Bundesgebiets für den Ausbau der Windenergie beansprucht und auch die Neuinanspruchnahme von Flächen für Siedlung und Verkehr beträgt weiterhin im Durchschnitt täglich etwa 50 ha (UBA 2024). Dieser Flächenbedarf geht fast vollständig und zunehmend zu Lasten der Landwirtschaft, so dass synergistische PV-Anlagenkonzepte wie die Agri-PV, bei der Flächen gleichzeitig für die landwirtschaftliche Produktion und die Stromproduktion genutzt werden, stärker in den Fokus gerückt sind. Erfahrungen mit realisierten PV-Freiflächenanlagen geben Anlass zu der Annahme, dass hier Potenziale vorhanden sind, bestehende Defizite im Bereich der Biodiversität auszugleichen und vorteilhafte Biotopfunktionen im Sinne einer naturschutzfachlichen Aufwertung zu realisieren. In diesem Kontext macht ein vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) gefördertes Forschungs- und Entwicklungsvorhaben (F + E-Vorhaben) mit dem Titel „Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten“, das die Autorin und die Autoren vom Oktober 2021 bis August 2023 durchgeführt haben, Vorschläge, wie der zukünftige Ausbau von PV-Freiflächenanlagen gestaltet und die laufende Diskussion um die entsprechenden Potenziale von PV-Freiflächenanlagen versachlicht werden kann (Günnewig et al. 2024).

Im Folgenden werden die wesentlichen Inhalte dieses Forschungsvorhabens vorgestellt. **Abschnitt 2** gibt einen Überblick über die technischen Merkmale verschiedener Typen von PV-Freiflächenanlagen und skizziert, welche Umweltauswirkungen von PV-Freiflächenanlagen ausgehen und wie die Gestaltung zu einer Aufwertung der Anlage beitragen kann. In **Abschnitt 3** wird anhand eines Schemas erläutert, unter welchen Voraussetzungen eine ausreichende oder „überschießende“ Kompensation erreicht werden kann. Darauf aufbauend wurde eine Matrix entwickelt, die das Aufwertungspotenzial verschiedener Typen von PV-Freiflächenanlagen auf unterschiedlichen Standorten miteinander vergleicht. Die Matrix wird in **Abschnitt 4**, S. 577, vorgestellt. Der **Abschnitt 5**, S. 577 ff., enthält das Fazit.

2 Typen von PV-Freiflächenanlagen und ihre Umweltauswirkungen

PV-Freiflächenanlagen sind technische Anlagen zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie, die im Gegensatz zu PV-Fassaden- oder -Dachanlagen in der Landschaft errichtet werden. Hierzulande bewegen sich die Anlagengrößen in einer Spanne zwischen weniger als 1 ha und mehr als 500 ha, wie der Energiepark Witznitz in Westsachsen, derzeit Deutschlands größter Solarpark, zeigt (siehe **Abb. 1**). Auf Gewässern schwimmende PV-Anlagen werden in diesem Beitrag nicht behandelt.

Charakteristisch für PV-Freiflächenanlagen ist, dass sie im Gegensatz zu anderen flächigen Vorhaben wie z. B. Gewerbegebieten nur geringfügig zur Versiegelung der betroffenen Bodenflächen beitragen; diese liegt regelmäßig bei unter 5 % (u. a. KNE 2024). Dabei können Anlagen, die durch Art und Dichte der Bebauung ein möglichst hohes Maß an Energieertrag ermöglichen, von solchen unterschieden werden, die bei zunehmender Flächenausdehnung durch aufgelockerte Bauweisen oder teilflächige Bebauung ökologische Entwicklungsräume bieten. Daraus folgen in unterschiedlichem Umfang Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft, insbesondere Habitatverluste, Kulissen- und Barrierewirkungen sowie Beeinträchtigungen des Biotopverbunds (u. a. Reich et al. 2019; LfU 2022), visuelle Beeinträchtigungen, Änderungen der Licht- und Niederschlagsverteilung sowie Nutzungs- und Strukturveränderungen der Landschaft (u. a. Landeck et al. 2014; Badelt et al. 2020; Schlegel 2021). Insbesondere die Errichtung der Anlage ist mit (temporären) negativen Umweltauswirkungen verbunden. Die Schwere bzw. Erheblichkeit der Umweltauswirkungen leiten sich aus der Größe der Anlage und deren technischen Merkmalen



Abb. 1: Ost-West-Modulflächen des im Juli 2023 in Bau befindlichen Energieparks Witznitz auf rekultivierten Braunkohleflächen. (Foto: Dieter Günnewig, Juli 2023)

Fig. 1: East-west module areas of the Witznitz energy park under construction on recultivated former lignite mining areas in July 2023.

sowie aus der Wertigkeit und standörtlichen Ausprägung der Funktionen des Naturhaushalts und des Landschaftsbilds im jeweiligen landschaftlichen Zusammenhang ab.

Im Kontext der Solarstrategie der Bundesregierung gibt es eine intensive Diskussion über verschiedene Solaranlagenkonzepte sowie deren Vor- und Nachteile. Um die verschiedenen Anlagenkonzepte miteinander zu vergleichen, wurde im Forschungsvorhaben eine Klassifikation von Solarparks an Hand technischer Merkmale vorgenommen. Die Systematik basiert auf Auswertungen von Planungsunterlagen und eigenen Projekten. Zu den „klassischen“ Freiflächenanlagen gehören der Typ der ertragsoptimierten Ost-West-Anlage (Beispiel in **Abb. 1**) sowie eng und weiter gestellte Freiflächenanlagen, jeweils ohne ausdrückliche Doppel- oder Mehrfachnutzungen. Zu den in Bezug auf Mehrfachfunktionen ausgelegten Anlagentypen zählen neben der Agri-PV auch Freiflächenanlagen mit besonderen Biotopfunktionen. Letztere sollen die Naturverträglichkeit der Anlagen gewährleisten, aber auch zur Erhöhung der Biodiversität der betroffenen Räume beitragen. Die Mehrfachnutzung der Agri-PV dient in erster Linie dazu, den Verlust landwirtschaftlicher Fläche zu begrenzen. In der Übersicht wird der Typ der hoch aufgeständerten horizontalen und der bodennahen vertikalen Agri-PV-Anlage (siehe DIN SPEC 91434: 2021-05) vom Typ der mit der Solarstrategie adressierten „extensiven Agri-PV“ unterschieden (siehe **Tab. 1**).

Bei den ertragsoptimierten Ost-West-Anlagen bilden zwei Modulreihen, die dachförmig mit flachem Neigungswinkel zueinander montiert werden, eine Einheit. Die Modulflächen sind dabei jeweils nach Osten und Westen ausgerichtet, die Leistungsspitzen verteilen sich über den gesamten Vor- und Nachmittag. Aufgrund der geringen gegenseitigen Verschattung der Module sind in technischer Hinsicht keine großen Reihenabstände erforderlich. Der Anteil der Fläche, der von Modulen überstellt ist, lag in der Vergangenheit regelmäßig bei über 80 %. Diese Bauweise führt zu starker Verschattung und zu einer deutlichen Veränderung der Niederschlagsverteilung, sodass sich unter den Modulen kaum noch Vegetation entwickelt.

„Klassische“ PV-Freiflächenanlagen werden in der Regel nach Süden oder Südwesten ausgerichtet. Zwischen den Modulreihen, in den Randbereichen und unterhalb der Module wird meist Grünland angelegt. Die Grünlandentwicklung erfolgt durch Selbstbegrünung, Mahdgutübertrag oder Ansaat. Die anschließende (extensive) Nutzung oder Pflege – auch in Form von Beweidung mit Schafen – ist regelmäßig Bestandteil des landschaftspflegerischen Maßnahmenkonzepts. Es kann zwischen „eng gestellten“ (2,5 – 3,5 m Modulreihenabstand) und „weit gestellten“ Anlagen (Modulreihenabstand 3,5 – 6,0 m oder mehr) unterschieden werden. Der Modulreihenabstand hängt auch vom Neigungswinkel und der Tiefe der

Tab. 1: Anlagenkonzepte von Photovoltaik(PV)-Freiflächenanlagen.

Table 1: System concepts for ground-mounted photovoltaic (PV) systems.

Anlagentyp	GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
Ertragsoptimierte Ost-West-Anlage	0,8	Doppelreihen, dachartig	0,3–0,5 m	5,0 m	<2,0 m
Eng gestellte Süd- bis Südwest ausgerichtete Freiflächenanlage	0,8	Einzelreihen	0,8 m	5,0 m	2,5–3,5 m
Weit gestellte Süd- bis Südwest ausgerichtete Freiflächenanlage	0,6	Einzelreihen	0,8 m	3,0–5,0 m	3,5–6,0 m
Freiflächenanlagen mit besonderen Biotopfunktionen	≤ 0,4	Abhängig vom Pflege- und Entwicklungskonzept	0,8 m	3,5 m	Abhängig vom Pflege- und Entwicklungskonzept, mindestens 3,5 m
Hochaufgeständerte, horizontale Agri-PV-Anlage nach DIN SPEC 91434 Kategorie I	0,6–0,8	Einzelreihen, ggf. nachgeführt	≥ 2,1 m	3,0 m–5,0 m	Abhängig von Bewirtschaftung und Fruchtfolge
Vertikale Agri-PV-Anlage nach DIN SPEC 91434 Kategorie II	≤ 0,2	Einzelreihen	0,3–0,8 m*	<0,5 m–5,0 m	≥ 8 m
Extensive Agri-PV-Anlage	≤ 0,2–0,8	Nicht vorgegeben	> 0,8 m (vertikal) oder > 2,1 m (horizontal)	<0,5 m–5,0 m	Bauartabhängig

GRZ = Grundflächenzahl gemäß § 19 Baunutzungsverordnung (BauNVO)

* Wenn die Solarmodule als Erosionsschutz dienen sollen, ist ein geringer Abstand zwischen Boden und Modulkante vorteilhaft.

Modultische ab. Die größeren Reihenabstände bieten insgesamt weniger stark gestörte Standortverhältnisse, da die Änderungen der Licht- und Wasserverfügbarkeit geringer sind. In Kombination mit der richtigen Pflege oder einer extensiven Nutzung können standorttypische Arten gefördert werden. Durch das „Mehr“ an Fläche, das frei von Solarmodulen bleibt, können regelmäßig auch ökologische Maßnahmen innerhalb der Fläche umgesetzt werden.

Eine Aufwertung aus Sicht des Naturschutzes stellen Freiflächenanlagen mit besonderen Biotopfunktionen dar. Damit sie diese erfüllen und ein möglichst hohes Naturschutzpotenzial aufweisen, sind der Anteil nicht bebauter Freiflächen und die Bebauungsdichte des Solarparks im Verhältnis zueinander zu optimieren. Insbesondere wenn im Rahmen der Kompensation auch Vogelarten des Offenlands zu berücksichtigen sind, sollte die überbaute Fläche reduziert werden und höchstens 40 % des Solarparks betragen (z. B. [Strohmaier et al. 2023](#)). Mit zunehmender Größe der Freiflächenanlage kann auch die Gestaltung diverser werden. Möglich ist z. B., einen Teil der Modulfelder mit größeren Reihenabständen zu versehen und einzelne Modulfelder enger zu stellen, um so den Anteil an freien Flächen zu erhöhen, oder Randbereiche großzügig zu gestalten und dort jeweils ökologische Maßnahmen zu entwickeln. Ab einer Seitenlänge von ca. 500 m sollten Korridore geplant werden, die die Durchgängigkeit für Wildtiere gewährleisten (u. a. [MILIG, MELUND 2021](#); [MLUK 2021](#); [Peter et al. 2023](#)). Damit über den „Standard“ eines extensiv genutzten Grünlands hinaus tatsächlich ein ökologischer Mehrwert generiert wird, sollte ein standortgerechtes, auf Leit- und Zielarten basierendes Pflege- und Entwicklungskonzept erarbeitet werden. Um den Erfolg der Maßnahmen zu dokumentieren und bei Bedarf nachbessern zu können, ist es notwendig, Erfolgskontrollen durchzuführen (u. a. [Hietel et al. 2021](#)). Diese Anlagen werden gemeinhin auch als naturverträgliche oder „Biodiv-PV-Anlagen“ bezeichnet. Eine verbindliche Definition gibt es dafür allerdings nicht.

Eine Vielzahl an Publikationen befasst sich mit der naturverträglichen Gestaltung von PV-Freiflächenanlagen (u. a. [RW et al. o. J.](#); [Peter et al. 2023](#); [Strohmaier et al. 2023](#); [KNE 2024](#)). Diese können als Anregung dienen, sollten aber immer an die standörtlichen Erfordernisse angepasst werden.

3 Wiederherstellung und Aufwertung von Natur und Landschaft bei PV-Freiflächenanlagen

Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung nach §§ 13 ff. Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) und die Prüfung der Artenschutz-

belange gemäß § 44 BNatSchG sind die zentralen Instrumente, um mögliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft zu vermeiden und nicht vermeidbare Beeinträchtigungen durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen bzw. letztendlich auch durch einen Ersatz in Geld zu kompensieren (§ 15 Absatz 6 BNatSchG). Eine einheitliche, bundesweite Methodik für PV-Freiflächenanlagen ist aufgrund des föderalen Systems in Deutschland nicht gegeben. Nur Vorhaben in der Zuständigkeit einer Bundesbehörde unterliegen einer einheitlichen Vorgehensweise gemäß Bundeskompensationsverordnung (BKompV; siehe § 1 Absatz 1 Satz 1 BKompV). Ansonsten existieren in den Bundesländern eigenständige Verfahren und Maßstäbe zur Eingriffsregelung, speziell auch in der Bauleitplanung nach § 1a Baugesetzbuch (BauGB), die für die meisten Solarparks anzuwenden ist. Gleichwohl orientieren sich alle Verfahren an den Vorgaben der §§ 13 ff. BNatSchG und umfassen folgende allgemeine Schritte:

- Ermittlung und Bewertung des Ausgangszustands des Vorhabenstandorts, hier v. a. des Habitat- oder Biotopbestands;
- Bemessung des Ausmaßes und der Reichweite vorhabenspezifischer Wirkungen, z. B. bei PV-Freiflächenanlagen der Anteil der durch Module überschirmten Fläche und der jeweils beeinflussten Zwischen- und Nebenflächen;
- Feststellung der Schwere der zu erwartenden Beeinträchtigungen durch Verknüpfung von Eigenschaften des jeweiligen Schutzguts und der Stärke der vorhabenbezogenen Wirkungen;
- Überprüfen der Möglichkeiten, Beeinträchtigungen von vornherein durch geeignete Maßnahmen zu vermeiden oder zu verringern.

Vor diesem Hintergrund gibt es in mehreren Ländern spezifische Hinweise zum Umgang der Eingriffsregelung mit PV-Freiflächenanlagen (z. B. Bayern, Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern). In Baden-Württemberg besteht sogar die Möglichkeit, freiwillig weitere Maßnahmen zur ökologischen Aufwertung der Anlagenfläche zu ergreifen und so unter bestimmten Voraussetzungen auf Antrag Ökopunkte zu erzeugen. Sobald die Maßnahmen in das Ökokonto-Verzeichnis eingetragen sind, können die Ökopunkte für andere Vorhaben genutzt werden ([UM BW 2019](#)).

Um beurteilen zu können, unter welchen Voraussetzungen für einen Solarpark eine ausreichende oder gar eine „überschießende“ (über das rechtlich erforderliche Maß hinausgehende) Kompensation erreicht werden kann, wurde im Forschungsvorhaben ein Schema zur Aufwertung entwickelt, das sich an der „Handreichung zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung“ orientiert ([BfN, BMU 2021](#)). In der BKompV werden erhebliche Beeinträchtigungen von Biotopen nach dem Biotopwertverfahren kompensiert,

erhebliche Beeinträchtigungen besonderer Schwere bei Biotopen, Tieren, Pflanzen, Boden, Wasser, Klima und Luft sowie mindestens erhebliche Beeinträchtigungen des Landschaftsbilds dagegen funktionspezifisch ergänzend berücksichtigt. Mithilfe des Schemas lässt sich einschätzen, ob eine Kompensationsmaßnahme die rechtliche Verpflichtung zur Wiederherstellung erfüllt, ob eine „ökologische Verbesserung“ möglich ist und wie sogar das Leitbild des Naturschutzes im Landschaftsraum abgebildet werden kann. Maßnahmen, die in der Gesamtbilanz über den Status quo hinausgehen, können im Rahmen einer Solarparkplanung den Umfang externer Kompensationsflächen mindern und ggf. als Kompensationsüberschuss (Ökopunkte) angerechnet werden. Die Anwendung wird im Folgenden für einen geringwertigen und einen höherwertigen Standort beispielhaft aufgezeigt: für einen intensiv bewirtschafteten Acker ohne besondere Artvorkommen (Abb. 2) und für extensiv genutztes, artenreiches Grünland (Abb. 3).

Am Beginn jeder Bilanzierung steht die Bestandsaufnahme der für die Beurteilung relevanten Schutzgüter, üblicherweise über eine Biotoptypenkartierung. Bau und Betrieb der Freiflächenanlage stellen einen Eingriff dar (Abb. 2; roter Pfeil – 0) und führen zu Beeinträchtigungen der Funktionen und Werte von Natur und Landschaft. Bei einem Acker können die Beeinträchtigungen bereits durch die technischen Eigenschaften der Anlage vermindert werden, z. B. durch die Vergrößerung des Modulflächenabstands oder die Ausdehnung des Anteils nicht bebauter Flächen (Abb. 2; grauer Pfeil – 1). Weitere gezielte Maßnahmen der Biotopentwicklung in der bebauten Anlagenfläche, aber auch in den Zwischen- und Abstandsflächen können bei einem Solarpark auf geringwertigen Flächen direkt zur Wiederherstellung, in der Regel sogar zur Aufwertung bzw. Verbesserung des Status quo (Abb. 2; grüner Pfeil – 2a) führen. Indem etwa ein dauerhaft artenreicher Grünlandbestand auf möglichst großer Fläche etabliert wird, ist die Kompensation innerhalb des Solarparks möglich. Je nach Art der Beeinträchtigung können zusätzlich funktionspezifische Maßnahmen erforderlich sein, wenn erhebliche Beeinträchtigungen vorliegen, die nicht über die Anordnung der Module im Solarpark vermieden oder über die Entwicklung und Pflege von Biotopen kompensierbar sind. Dabei kann es sich um eine Unterbrechung des örtlichen Biotopverbunds oder um artenschutzrechtliche Konflikte handeln, zu deren Vermeidung vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen bzw. Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der ökologischen Funktion – sog. Continuous-ecological-functionality (CEF)-Maßnahmen – ein gängiges Mittel sind (Abb. 2; lila Pfeil – 3a). Bei einem geringwertigen Standort können funktionale Maßnahmen im Solarpark dazu führen, dass die Flächen über den Status quo hinaus aufgewertet werden, wenn bspw. ein Wanderkorridor im Solarpark den regionalen Biotopverbund unterstützt.

Wird die zielgerichtete Entwicklung der Maßnahmen zusätzlich durch ein Management und Monitoring sichergestellt, kann eine Optimierung der Biodiversität erreicht werden, die sich an dem Leitbild des Naturschutzes im Landschaftsraum orientieren sollte. Dieser Effekt könnte als weitere Aufwertungsspanne in der Bilanz der Kompensationsmaßnahmen angerechnet werden.

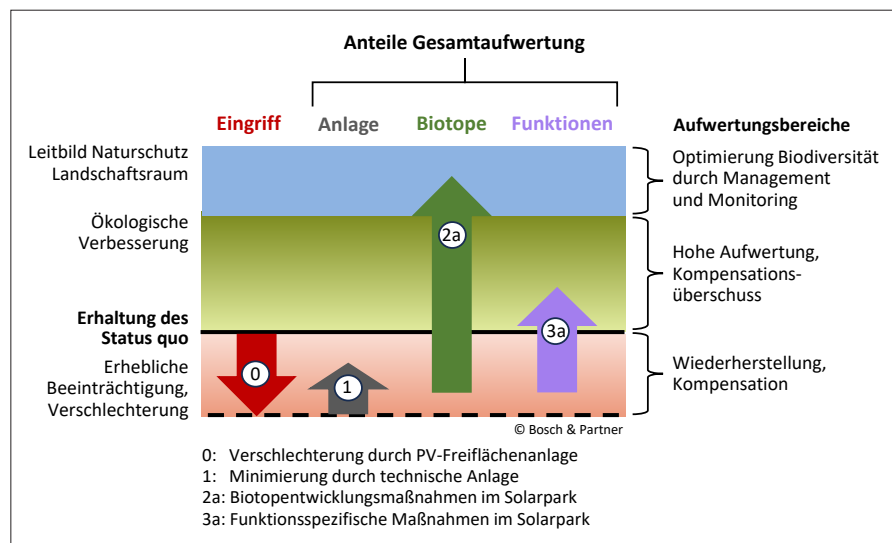


Abb. 2: Schematische Darstellung von Eingriff, Minderung, Ausgleich und naturschutzfachlicher Aufwertung einer Photovoltaik(PV)-Freiflächenanlage auf geringwertigem Standort (intensiv bewirtschafteter Acker ohne besondere Artvorkommen). Ausgehend vom Status quo (schwarze, durchgehende Linie) ist die durch die Errichtung der PV-Freiflächenanlage bedingte Verschlechterung der Ausgangssituation (schwarze, gestrichelte Linie) bzw. die Beeinträchtigung der Funktionen und Werte von Natur und Landschaft (Pfeil 0) abgebildet. Zudem sind die Möglichkeiten der Verminderung von Beeinträchtigungen mithilfe technischer Maßnahmen (Pfeil 1) bzw. des Ausgleichs durch eine naturschutzfachliche Aufwertung mithilfe verschiedener Kompensationsmaßnahmen (Pfeile 2a und 3a) dargestellt.

Fig. 2: Schematic representation of impact, mitigation, compensation, and nature conservation enhancement of a ground-mounted photovoltaic (PV) system on a low-value site (intensively farmed field with no special species occurrences). Based on the status quo (black, continuous line), the deterioration of the initial situation (black, dashed line) and the impairment of the functions and values of nature and landscape (arrow 0) caused by the construction of the ground-mounted PV system are shown. In addition, the options for minimising adverse effects with the help of technical measures (arrow 1) or compensating for them by enhancing nature conservation with the help of various compensation measures (arrows 2a and 3a) are presented.

In der Praxis werden PV-Freiflächenanlagen allerdings nicht selten auch auf höherwertigen Standorten geplant. Beispielhaft hierfür sind extensiv genutzte Grünlandbestände auf Grenzertragsstandorten in benachteiligten Gebieten. In diesen Fällen (Abb. 3) sind Beeinträchtigungen zu erwarten, die sich nicht allein durch eine Optimierung der Anlage (grauer Pfeil – 1) vermeiden und durch Biotopentwicklungsmaßnahmen (grüner Pfeil – 2a) und/oder funktionspezifische Maßnahmen (lila Pfeil – 3a) innerhalb der Solarparkfläche kompensieren lassen. Um den Status quo wiederherzustellen, sind dann auch Maßnahmen auf externen Flächen erforderlich (Abb. 3; hellgrüner Pfeil – 2b und helllila Pfeil – 3b). In der Regel werden dann aus Kostengründen keine weiteren Maßnahmen geplant. Ein Kompensationsüberschuss ist in diesen Fällen nicht zu erwarten.

Die aufgezeigten Konstellationen veranschaulichen, dass eine Freiflächenanlage je nach Standort zu unterschiedlichen Eingriffs-Ausgleichs-Bilanzen führen kann. Daher sind pauschalen Aussagen über eine Kompensation oder Aufwertung der Ausgangssituation deutliche Grenzen gesetzt, zumal im Schema nicht berücksichtigt ist, dass auch andere Schutzgüter wie das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigt sein können. Der langfristige Erfolg der Maßnahmen zur verpflichtenden Kompensation oder darüber hinausgehenden Aufwertung hängt zudem insbesondere von der fachgerechten Durchführung von Pflege- und Entwicklungsmaßnahmen (z. B. Mahd) während der gesamten Betriebsdauer ab. Hier sind zukünftig praxistaugliche Lösungen gefordert, die mehr Verbindlichkeit bei der dauerhaften Pflege der Anlagenflächen schaffen.

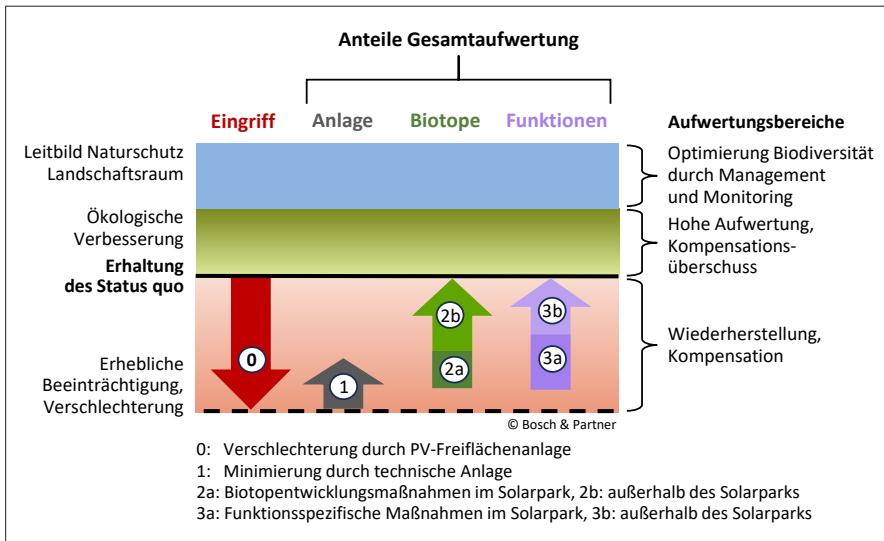


Abb. 3: Schematische Darstellung von Eingriff, Minderung, Ausgleich und naturschutzfachlicher Aufwertung einer Photovoltaik(PV)-Freiflächenanlage auf höherwertigem Standort (extensiv genutztes, artenreiches Grünland). Ausgehend vom Status quo (schwarze, durchgehende Linie) ist die durch die Errichtung der PV-Freiflächenanlage bedingte Verschlechterung der Ausgangssituation (schwarze, gestrichelte Linie) bzw. die Beeinträchtigung der Funktionen und Werte von Natur und Landschaft (Pfeil 0) abgebildet. Zudem sind die Möglichkeiten der Verminderung von Beeinträchtigungen mithilfe technischer Maßnahmen (Pfeil 1) bzw. des Ausgleichs durch eine naturschutzfachliche Aufwertung mithilfe verschiedener Kompensationsmaßnahmen (Pfeile 2a, 2b und 3a, 3b) dargestellt.

Fig. 3: Schematic representation of impact, mitigation, compensation, and nature conservation enhancement of a ground-mounted photovoltaic (PV) system on a higher-value site (extensively utilised, species-rich grassland). Based on the status quo (black, continuous line), the deterioration of the initial situation (black, dashed line) and the impairment of the functions and values of nature and landscape (arrow 0) caused by the construction of the ground-mounted PV system are shown. In addition, the options for minimising adverse effects with the help of technical measures (arrow 1) or compensating for them by enhancing nature conservation with the help of various compensation measures (arrows 2a, 2b and 3a, 3b) are presented.

4 Matrix zur Einschätzung des Aufwertungspotenzials von Anlagentypen und Standorten

Die vorangestellten Ausführungen machen deutlich, dass das naturschutzfachliche Aufwertungspotenzial eines Solarparks differenziert zu bewerten ist. Eine zentrale Aufgabe des Forschungsvorhabens lag darin, eine Matrix zu entwickeln, die das Aufwertungspotenzial von Anlagentypen und Standorten einzuschätzen hilft (siehe Abb. 4, S. 478). Die Matrix berücksichtigt aufgrund des Abstraktionsgrads weder die Auswirkungen auf das Landschaftsbild noch zusätzliche Eingriffe wie Netzanschluss oder Zuwegung. Auch wenn die jeweiligen Anlageneigenschaften und räumliche Merkmale des Standorts dabei nur in generalisierter Form eingeflossen sind, kann die Matrix den relevanten Akteuren wie z.B. kommunalen Planungsträgern eine Orientierung bieten, ob ein beantragter Solarpark mit dem Standort verträglich ist und welches Aufwertungspotenzial mit der Einrichtung verbunden sein kann. Die Vorschläge in der Matrix können allerdings nicht schematisch umgesetzt werden, sondern müssen in der Praxis mit den Biotopschlüsseln und Verfahren zur Eingriffsregelung des jeweiligen Bundeslandes oder Landkreises abgeglichen werden.

In der Matrix wird für jede Konstellation aus sechs Standorttypen (Spalten) und sieben Anlagentypen (Zeilen) angegeben, ob und ggf. unter welchen Bedingungen eine naturschutzfachliche Aufwertung des Standorts realistisch erscheint. Aufgrund der vorhabenbezogenen und räumlichen Betrachtung war es möglich, die drei Aufwertungsbereiche des in Abschnitt 3, S. 575 f., vorgestellten Schemas (Wiederherstellung, Kompensation – hohe Aufwertung,

Kompensationsüberschuss – Optimierung Biodiversität durch Management und Monitoring) weiter zu untergliedern.

Die rosa markierte Konstellation der Matrix zeigt an, dass keine Aufwertung möglich ist, da die technische Anlage den Standort dominiert. Bei den rot hinterlegten Feldern führt ein Solarpark in der Regel zu einer Verschlechterung des naturschutzfachlichen Werts der Flächen. Dies ist insbesondere dann der Fall, wenn z.B. extensiv genutzte, artenreiche Grünlandbestände oder Konversionsflächen auf militärischen Übungsplätzen mit einem hohen ökologischen Wert vorliegen und wertvolle Biotopstrukturen durch die Errichtung und den Betrieb der Anlage verloren gehen. Grau hinterlegt sind Standort-Anlagen-Kombinationen, die in der Regel nicht sinnvoll erscheinen – z.B. Agri-PV-Anlagen auf Deponien. Gelb hinterlegt sind die Agri-PV-Anlagen, die die Anforderungen der DIN SPEC 91434 erfüllen: Aufgrund eines maximalen Flächenverlusts (Verlust landwirtschaftlich nutzbarer Fläche) von 15 % und der Beibehaltung der intensiven Nutzung bestehen kaum Aufwertungsmöglichkeiten innerhalb der Anlagenfläche.

Demgegenüber zeigen die Abstufungen der Grüntöne an, dass eine geringe bis deutliche Aufwertung möglich ist, indem innerhalb der Anlage z.B. Ackerflächen zu extensivem Biotopgrünland umgewandelt werden oder die vorhandene Nutzungsintensität verringert wird, indem Düngemittel reduziert werden und auf Herbizide verzichtet wird. In den nitratbelasteten Gebieten („Rote Gebiete“) können auf diese Weise positive Effekte für das Grundwasser und die Oberflächengewässer herbeigeführt

werden. Auf hochwertigeren Standorten lässt sich eine Aufwertung bzw. Optimierung nur erreichen, wenn zusätzlich ein qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit- und Zielarten umgesetzt wird (blau hinterlegt). Teil eines solchen Konzepts können z.B. Ackerstreifen in den Randbereichen für gefährdete Ackerwildkräuter sein, deren „Bewirtschaftung“ im Sinne einer Pflege abgestimmt auf die zu fördernden Arten erfolgt. Einen Sonderfall stellen Deponien, Halden und Lärmschutzwälle dar. Der ökologische Wert dieser „künstlichen“ Standorte wird häufig unterschätzt. Daher ist immer im Einzelfall zu prüfen, ob am jeweiligen Standort mit einer Freiflächenanlage tatsächlich eine Aufwertung erzielt werden kann.

5 Fazit

Um die Energie- bzw. Klimaziele zu erreichen, müssen nicht nur Dachflächen und Fassaden mit PV-Modulen belegt, sondern es muss auch etwa 0,5 % der Fläche Deutschlands mit PV-Freiflächenanlagen überstellt werden. Unter bestimmten Voraussetzungen ist ein naturverträglicher Ausbau der Solarenergie auch auf Freiflächen möglich. Entscheidend sind die Wahl des Standorts und die daran angepasste Gestaltung der Anlage. Im Vergleich zu anderen Projekttypen sind die Umweltauswirkungen von PV-Freiflächenanlagen regelmäßig weniger komplex. Dennoch stellen sie einen Eingriff in Natur und Landschaft dar, der im Rahmen der Eingriffsregelung zu kompensieren ist. Um dabei den zusätzlichen Bedarf an Flächen für Kompensationsleistungen außerhalb des Solarparks zu reduzieren, können Modifikationen der Anlage vorgenommen und Kompensationsmaßnahmen innerhalb

Ausgangssituation Anlagentyp	Sonstige Landwirtschaft	Acker			Acker oder Grünland		Grünland			Konversionsflächen			Sonderflächen, sonstige bauliche Anlagen		Potenzielle Änderung der Nutzung/der Nutzungsintensität
		Intensiv bewirtschaftet	Extensiv bewirtschaftet	Naturschutz-relevant	„Rote Gebiete“ ¹ (hier zusätzlich Fokus Grundwasserschutz)	Drainierte Moorböden (hier zusätzlich Fokus CO ₂ -Speicherung)	Intensive Nutzung	Extensive Nutzung	Biotoptgrünland	Hohe Versiegelung	Geringe Versiegelung	Hoher ökologischer Wert	Deponien, Halden	Lärmschutzwälle	
Ost-West-Anlage (ertragsoptimiert)	Gemüseanbau Sonderkulturen	Technische Anlage dominiert	Technische Anlage dominiert	Vollständiger Verlust wertvoller Ackerbiotope	Technische Anlage dominiert	Technische Anlage dominiert	Technische Anlage dominiert	Vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	Vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächenentsiegelung	Vollständiger Verlust hochwertiger Biotope	*	*	
Freiflächenanlage eng gestellt		Technisch überprägtes Grünland	Technisch überprägtes Grünland	Vollständiger Verlust wertvoller Ackerbiotope	Technisch überprägtes Grünland	Technisch überprägtes Grünland	Technisch überprägtes Grünland	Technisch überprägtes Grünland	Vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächenentsiegelung, Grünland	Vollständiger Verlust hochwertiger Biotope	*	*	
Freiflächenanlage weit gestellt		Extensivgrünland	Extensivgrünland	Überwiegender Verlust wertvoller Ackerbiotope	Extensiv- oder Biotoptgrünland	Extensivierung, ggf. Umwandlung von Acker zu Grünland	Extensiv- oder Biotoptgrünland	Biotoptgrünland	Überwiegender Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächenentsiegelung, Extensiv- oder Biotoptgrünland	Extensiv- oder Biotoptgrünland	*	*	
Freiflächenanlage mit besonderen Biotoptfunktionen		Extensiv- oder Biotoptgrünland	Extensiv- oder Biotoptgrünland mit Brachstreifen	Qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Extensiv- oder Biotoptgrünland	Qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten ^o	Extensiv- oder Biotoptgrünland	Qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope		Extensiv- oder Biotoptgrünland	Qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	*	*	
Agri-PV DIN SPEC 91434 Kat. I (horizontal)	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Überwiegender Verlust hochwertiger Grünlandbiotope		Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	*	*	
Agri-PV DIN SPEC 91434 Kat. II (vertikal)	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope		Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	*	*	
Extensivere Agri-PV		Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope		Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5 %)	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope			
Beschreibung der Anlagentypen															
Einschätzung der Veränderung des Biotopbestands (Aufwertungspotenzial)															
Gezieltes Management für Aufwertung erforderlich; 0 = ggf. mit Wiedervernässung															
Deutliche Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)															
Mittlere Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)															
Geringe Aufwertung (durch Änderung der Nutzung bzw. der Nutzungsintensität)															
Positiv, weil keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme erfolgt, Aufwertungspotenzial vom Einzelfall abhängig															
Keine Aufwertung															
Verschlechterung															
Kombination aus Anlagentyp und Ausgangssituation ist nicht sinnvoll															
Bei Kompensation innerhalb der Fläche (auf max. 10 – 15 % der Fläche) keine nennenswerte Aufwertung möglich															
© Bosch & Partner GmbH 2023															

Abb. 4: Matrix zur Einschätzung des lebensraumspezifischen Aufwertungspotenzials von Standorten für generalisierte Typen von Photovoltaik(PV)-Freiflächenanlagen.
Fig. 4: Matrix for assessing the habitat-specific enhancement potential of sites for generalised types of ground-mounted photovoltaic (PV) systems.

der Solarparkfläche gezielt entwickelt werden. Umweltwirkungen, die durch eine PV-Freiflächenanlage verursacht werden, müssen nicht zwangsläufig negativ sein, sondern können auch positiv bewertet werden. Beispielsweise können als Folge einer Extensivierung auf ehemals intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen Schadstoffeinträge in das Grundwasser oder umliegende Oberflächengewässer reduziert werden. Falls mit Solarparks eine ökologische Ausrichtung angestrebt wird, sollten die Anlagen und Maßnahmen spezifisch auf die Leit- und Zielarten des jeweiligen Raums ausgerichtet werden. Unter bestimmten Voraussetzungen bieten PV-Freiflächenanlagen somit die Chance, sowohl einen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele als auch zur Entwicklung des Naturhaushalts und der Biodiversität zu leisten.

6 Literatur

- Badelt O., Niepelt R. et al. (2020): Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE). Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz. Hannover: 193 S.
- BfN, BMU/Bundesamt für Naturschutz, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2021): Handreichung zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung, November 2021. BfN, BMU. Bonn: 103 S.
- BMWK/Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Neuer Schwung für erneuerbare Energien. Das EEG 2023 soll den Ausbau der Erneuerbaren massiv beschleunigen. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2022/10/05-neuer-schwung-fuer-erneuerbare-energien.html> (aufgerufen am 2.6.2023).
- Günnewig D., Johannwerner E. et al. (2024): Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten. Unveröff. Endbericht. FKZ 3521 86 0200. Bundesamt für Naturschutz. Bonn: 284 S.
- Hietel E., Reichling T., Lenz C. (2021): Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks. Maßnahmensteckbriefe und Checklisten. TH Bingen. Bingen: 54 S.
- Kelm T., Jachmann H. et al. (2023): Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz. Teilvorhaben Solare Strahlungsenergie. Wissenschaftlicher Bericht. Zwischenbericht Juni 2023. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg. Stuttgart: 104 S.
- KNE/Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (Hrsg.) (2024): Naturverträgliche Gestaltung von Solarparks. Maßnahmen und Hinweise zur Gestaltung. KNE. Berlin: 12 S.
- Landeck I., Hildmann C. et al. (2014): Langzeitwirkung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf Natur und Landschaft (FKZ 35011 82 0700). Unveröff. Endbericht. Bundesamt für Naturschutz. Leipzig: 400 S.
- LfU/Bayerisches Landesamt für Umwelt (Hrsg.) (2022): Abschlussbericht. Kartierung der Brutvögel und Nahrungsgäste im Bereich der Freiflächen-Photovoltaikanlage Schornhof im Donaumoos 2021/2022. LfU. Augsburg: 54 S.
- MILIG, MELUND/Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung, Ministerium für Energie, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (2021): Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich. Gemeinsamer Beratungserlass des Ministeriums für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung und des Ministeriums für Energie, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung vom 1. September 2021. MILIG, MELUND. Kiel: 17 S.
- MLUK/Ministerium für Landwirtschaft Umwelt und Klimaschutz des Landes Brandenburg (2021): Vorläufige Handlungsempfehlung des MLUK zur Unterstützung kommunaler Entscheidungen für großflächige Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA). MLUK. Potsdam: 14 S.
- Peter F., Reck H. et al. (2023): Lebensraumverbund und Wildtierwege – erforderliche Standards bei der Bündelung von Verkehrswegen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Natur und Landschaft 98(11): 507 – 515. DOI: 10.19217/NuL2023-11-03
- Reich M., Rüter S. et al. (2019): Photovoltaik-Freiflächenanlagen und die Vernetzung von Lebensräumen an überörtlichen Verkehrswegen. Schlussbericht zum F + E-Vorhaben (FKZ 3515 82 3300). Leibniz Universität Hannover. Hannover: 143 S. DOI: 10.15488/16133

RW, HSWT et al./regionalwerke GmbH & Co. KG, Hochschule Weihenstephan/Triesdorf et al. (o.J.): Endbericht EULE. Evaluierungssystem für eine umweltfreundliche und landschaftsverträgliche Energiewende, am Beispiel von Solarfeldern. Deutsche Bundesstiftung Umwelt. Bodenkirchen: 133 S.

Schlegel J. (2021): Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften, EnergieSchweiz. Zürich: 72 S.

Strohmaier B., Dvorak M. et al. (2023): Kriterien für eine naturverträgliche Standortsteuerung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Kriterien für die Errichtung und den Betrieb einer naturverträglichen Photovoltaik-Freiflächenanlage. Version 2.0. Teil A und Teil B. BirdLife Österreich. Wien: 20 + 20 S.

UBA/Umweltbundesamt (2024): Indikator: Siedlungs- und Verkehrsfläche. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-siedlungs-verkehrsflaeche#die-wichtigsten-fakten> (aufgerufen am 20.8.2024).

UM BW/Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2019): Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden. 1. Aufl. UM BW. Stuttgart: 80 S.

Förderung

Das Forschungs- und Entwicklungsvorhaben „Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten“ (FKZ 3521 86 0200) wurde vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesumweltministeriums (BMUV) gefördert.

Esther Johannwerner
Korrespondierende Autorin
Bosch & Partner GmbH
Lortzingstraße 1
30177 Hannover
E-Mail: e.johannwerner@boschpartner.de



Jahrgang 1993; Studium der Umweltwissenschaften (B.Sc.) an der Universität Bielefeld und der Landschaftswissenschaften (M.Sc.) an der Leibniz Universität Hannover; seit 2017 bei der Bosch & Partner GmbH (freiberuflich von 2017 bis 2019); Projektschwerpunkte: strategische Umweltprüfungen (Regionalplanung), Artenschutzprüfungen, erneuerbare Energien (Wind und Photovoltaik), Forschungsvorhaben.

Dr. Dieter Günnewig
Bosch & Partner GmbH
Lortzingstraße 1
30177 Hannover
E-Mail: d.guennewig@boschpartner.de

Dr. Thomas Wachter
Bosch & Partner GmbH
Lortzingstraße 1
30177 Hannover
E-Mail: t.wachter@boschpartner.de

Anzeige

