

Lebensraumverbund und Wildtierwege – erforderliche Standards bei der Bündelung von Verkehrswegen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen

Habitat networks and wildlife corridors – Required standards for bundling linear transport infrastructure with ground-mounted photovoltaic facilities

Franziska Peter, Heinrich Reck, Jürgen Trautner, Marita Böttcher, Martin Strein, Mathias Herrmann, Holger Meinig, Henning Nissen und Manuel Weidler

Zusammenfassung

Derzeit wird der Bau von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) entlang bestehender und zukünftiger Verkehrswege vorangetrieben. Während die räumliche Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA zwar ggf. eine Neuzerschneidung von Flächen andernorts verhindern kann, kann eine unsachgemäße Bündelung die Barrierewirkung von Verkehrswegen auch erheblich vergrößern und die Zerschneidung von Lebensraumnetzen und Wildtierwegen verstärken. Infolge solcher nachteiliger Bündelung werden Austauschprozesse innerhalb von Metapopulationen und Tierwanderungen nachhaltig beeinträchtigt, was den Verlust der biologischen Vielfalt vorantreibt. Für den gesetzlich vorgeschriebenen umweltverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien sind daher spezifische naturschutzfachliche Standards zu beachten, deren frühzeitige und umfassende Berücksichtigung erheblich nachteilige Lebensraumfragmentierung vermeidet und zur Planungsbeschleunigung beiträgt. Die in diesem Beitrag vorgeschlagenen Standards umfassen u. a. den Verzicht auf wilddichte Zäune und die Erhaltung von Biotopverbundflächen entlang von Verkehrswegen sowie von ausreichend dimensionierten Korridoren zwischen und entlang von PV-FFA.

Straßen – Schienenwege – Kanäle – Biotopverbund – Wildtiere – Barrierewirkung – Zerschneidung – ökologische Durchlässigkeit

Abstract

Currently, the construction of ground-mounted photovoltaic facilities (PV-FFA) is particularly promoted along existing and future linear transport infrastructure. While spatial bundling of transport infrastructure and PV-FFA can prevent further habitat fragmentation, improper bundling can significantly amplify barrier effects along linear transport infrastructure and increase fragmentation of biotope networks and wildlife corridors. As a result of such detrimental bundling, metapopulation dynamics and animal migration are permanently impaired, increasing the loss of biological diversity. For the legally prescribed sustainable expansion of renewable energies, specific nature conservation standards must therefore be observed, the early and comprehensive consideration of which avoids significantly detrimental habitat fragmentation and contributes to the acceleration of planning. The standards proposed in this paper include the avoidance of wildlife-proof fences, the conservation of biotope networks along linear transport infrastructure and the preservation of sufficiently dimensioned wildlife corridors within and along PV-FFA.

Roads – Railways – Channels – Biotope network – Wildlife – Barriers – Fragmentation – Habitat connectivity

Manuskripteinreichung: 25.4.2023, Annahme: 18.8.2023

DOI: 10.19217/NuL2023-11-03

Widmung

Wir widmen diesen Beitrag Herrn Prof. Dr. Kersten Hänel. Völlig unerwartet und für uns unfassbar ist Kersten am 2. Juli 2023 verstorben. Als Person, als Wissenschaftler und Vater der Lebensraumnetze sowie als streitbarer Kämpfer für den Naturschutz hinterlässt er eine große Lücke. Wir vermissen ihn sehr.

1 Einleitung

Deutschland verfolgt im Interesse des Klima- und Umweltschutzes das Ziel, eine vollständig auf erneuerbaren Energien beruhende Energieversorgung zu erreichen (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG 2023), deren Ausbau „stetig, kosteneffizient, umweltverträglich und netzverträglich erfolgen“ soll (§ 1 Abs. 3 EEG). Die Errichtung und der Betrieb von Photovoltaikanlagen (PVA), einschließlich dazugehöriger Nebenanlagen, liegt im überragenden

öffentlichen Interesse und dient der öffentlichen Sicherheit (§ 2 EEG).

Obwohl das Dach- und Gebäudepotenzial für Solarenergie derzeit auf gut 700 Gigawatt (GW) geschätzt wird (Günnewig et al. 2022) und somit das Ausbauziel von 215 GW im Jahr 2030 bzw. 400 GW im Jahr 2040 (§ 4 EEG) erfüllen könnte, werden u. a. aus zeitlichen, logistischen und finanziellen Gründen bundesweit vermehrt Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) installiert (siehe Kasten 1, S. 508). Zur Beschleunigung des Ausbaus privilegiert eine kürzlich durchgesetzte Änderung im Baurecht (§ 35 Abs. 1 Nr. 8b Baugesetzbuch – BauGB) durch vereinfachte Genehmigungsverfahren PV-FFA im unmittelbaren Nahbereich, d. h. in einer Entfernung von bis zu 200 m zu Autobahnen und mehrgleisigen Schienenwegen des übergeordneten Netzes und parallel zu sonstigen Verkehrswegen. Das EEG sieht zudem die gesetzliche Vergütung für PV-FFA in bis zu 500 m Entfernung zu Autobahnen und Schienenwegen vor (§ 37 Abs. 1 Nr. 2c EEG). Darüber hinaus ermöglicht die Privilegierung von PV-FFA die Inanspruchnahme der 20 m bzw.

Kasten 1: Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft durch Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Box 1: Impairment of nature and landscape by ground-mounted photovoltaic facilities.

Aufgrund der im Siedlungsbereich vergleichsweise geringen zu erwartenden Beeinträchtigungen für Natur und Landschaft, sollten Photovoltaik-Anlagen (PVA) grundsätzlich vorrangig im Siedlungsbereich auf Dächern, an Gebäuden und z. B. über Parkplätzen eingerichtet werden. Weiteres Potenzial für PVA liegt in der Überdachung bereits versiegelter Flächen sowie an sonstigen Bauwerken bzw. technischen Elementen (z. B. Lärmschutzwänden).

Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) sind – ungeachtet eines z. T. hohen Anteils unversiegelter Fläche – technische Anlagen zur Energiegewinnung, die Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft hervorrufen (können). Hierzu gehören etwa Eingriffe in schutzbedürftige Lebensräume oder Lebensräume auf besonderen Standorten, (Teil)fragmentierung, Barrierewirkungen, Beschattungswirkungen auf licht- und wärmebedürftige Pflanzen- und Tierarten sowie die Kulissenwirkung gegenüber sensiblen Feldvogelarten. Die Beachtung der in [Abschnitt 4](#), S. 511 ff., aufgeführten Standards hinsichtlich der Bündelung von PV-FFA und Verkehrswegen soll dazu beitragen, dass die biologische Vielfalt nicht bzw. nicht erheblich beeinträchtigt wird. Dennoch bedürfen PV-FFA einer adäquaten artenschutzfachlichen und -rechtlichen Beurteilung unter Berücksichtigung der jeweiligen Standort- und Raumspezifika (vgl. [Trautner et al. 2022](#)). Dabei ist regelmäßig etwa auch die o. g. Kulissenwirkung einzubeziehen, mit der im Rahmen einer spezifischen, hier nicht behandelten Bewertung und Konfliktlösung umgegangen werden muss.

40 m breiten Anbauverbotszone für Hochbauten (§ 9 Abs. 1 Nr. 1 Bundesfernstraßengesetz – FStrG) entlang von Bundesstraßen (in Bundesverwaltung) bzw. Autobahnen. Laut dem „Modernisierungspaket für Klimaschutz und Planungsbeschleunigung“ der Koalition vom 28. März 2023 soll „kein Kilometer Autobahn mehr geplant werden, ohne die Möglichkeiten der Erzeugung erneuerbarer Energien auszuschöpfen“.

Die räumliche Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA hat allerdings durch kumulative Wirkungen ([Scholles 2018](#)) enormes Potenzial, die Barrierewirkung linearer Infrastruktur zu erhöhen und funktionale Zerschneidungswirkungen zu verstärken ([Abb. 1](#), [Abb. 2](#), S. 510), sodass insbesondere Lebensraumverbund und Wildtierwege beeinträchtigt werden können. Zudem ist es unzutreffend, pauschal anzunehmen, es bestünde eine so weitgehende Vorbelastung entlang von Verkehrswegen (etwa durch Immissionen), dass eine Bevorzugung trassenparalleler bzw. -begleitender Flächen für den Ausbau von PV-FFA immer unkritisch und hierdurch gut begründet wäre. Beiderseits der Verkehrswege können hochwertige Lebensräume und Refugien für schutzwürdige Arten liegen (z. B. [Verstrael et al. 2000](#); [Reck 2022](#)), deren Inanspruchnahme durch PV-FFA den Verlust von Habitaten und Populationen zur Folge hat und damit ebenfalls den Lebensraumverbund gefährden kann. Für Tiere, die Straßen in Bündelungsbereichen queren, kann die Stresssituation kritisch werden, wenn aufgrund der Aufhebung der räumlichen Anbauverbotszone etwaige Ruhebereiche auf der gegenüberliegenden Straßenseite fehlen. Zudem erhöht sich das Risiko, dass Tiere in den Verkehr hinein umkehren ([Xu et al. 2021](#)) und damit die Verkehrsmortalität ansteigt ([Abb. 2](#), S. 510). Genauso kann der (zumindest lokal für Kleintiere relevante) Korridoreffekt im Begleitgrünnetz parallel zu Verkehrswegen ([Vermeulen 1994](#); [Rietze, Reck 1998](#); [Noordijk et al. 2011](#)) erheblich beeinträchtigt werden.

Beeinträchtigungen der ökologischen Durchlässigkeit der Landschaft sollen jedoch vermieden werden. Zudem sind etwa durch die Biodiversitätsstrategie der Europäischen Union (EU) alle Länder bzw. Mitgliedstaaten aufgefordert, ökologische Korridore zu schaffen und die Vernetzung der verschiedenen Lebensräume zu

gewährleisten ([KOM 2020](#): 6). Dies ist auch im Rahmen der räumlichen Planung und der konkreten Standortwahl von PV-FFA – mit oder ohne Bündelung – zu beachten.

Der vorliegende Beitrag, der von den Autorinnen und Autoren im Nachgang zu einem Workshop an der internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm (INA) ausgearbeitet wurde, bezieht sich im Weiteren nur auf die Standortwahl und die Planung und Gestaltung von PV-FFA im Kontext linearer Transportinfrastruktur (Straßen, Schienen und Wasserstraßen; [Abb. 3](#), S. 510). Leitungsinfrastruktur und anderweitig mit PVA assoziierte Infrastruktur sowie schwimmende („floating“) PVA werden nicht behandelt. Um einen laut EEG als Ziel genannten umweltverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien gewährleisten zu können, müssen der Lebensraumverbund und Wildtierwege sowohl bei räumlich getrennter Anlage als auch bei räumlicher Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA berücksichtigt werden.

Wir haben vorrangig die Begriffe „Lebensraumverbund“ und „Wildtierwege“ gewählt, da in der Öffentlichkeit wie auch in Teilen der Planungs- und Naturschutzpraxis der Biotopverbund – trotz der unmissverständlich funktional ausgerichteten gesetzlichen Definition des Begriffs (siehe [Abschnitt 2](#)) – bedauerlicherweise oftmals noch immer als pauschaler Lückenschluss zwischen ähnlichen Biotopen missverstanden oder lediglich auf in Planwerken entsprechend ausgewiesene Flächen bezogen wird, die wichtige Funktionen nicht vollständig abbilden (müssen).

2 Was ist Bündelung?

Wir betrachten die Bündelung von Verkehrswegen mit PV-FFA in diesem Beitrag nicht als Verfahrensbegriff, sondern räumlich-funktional aus ökologischer und naturschutzfachlicher Sicht. Laut Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) sollen „Verkehrswege, Energieleitungen und ähnliche Vorhaben [...] landschaftsgerecht geführt, gestaltet und so gebündelt werden, dass die Zerschneidung und die Inanspruchnahme der Landschaft sowie Beeinträchtigungen des Naturhaushalts vermieden oder so gering wie möglich gehalten werden“ (§ 1 Abs. 5 S. 3 BNatSchG). In ähnlicher Weise gibt das Raumordnungsgesetz (ROG) in Hinblick auf den zu erhaltenden Freiraum vor, dass „ein großräumig übergreifendes, ökologisch wirksames Freiraumverbundsystem zu schaffen“ ist, während „die weitere Zerschneidung der freien Landschaft und von Waldflächen [...] dabei so weit wie möglich zu vermeiden“ ist (§ 2 Abs. 2 Nr. 2 S. 5 und 6 ROG). Dementsprechend wird die Bündelung von Infrastrukturen durch die Raumordnung grundsätzlich positiv bewertet, weil dadurch die weitere Flächeninanspruchnahme und die Neuzerschneidung geringer ausfallen als bei der Umsetzung ohne Bündelung ([Scholles 2018](#)). In Hinblick auf Infrastrukturvorhaben handelt es sich bei der Bündelung somit „um ein planerisches Instrument für einen möglichst konfliktarmen Ansatz zur Bewältigung des Aus- und Umbaubebedarfs linienförmiger Infrastrukturen [...]“ ([BNetzA 2019](#); vgl. [Kasten 2](#), S. 511).

Bündelung linearer Infrastrukturvorhaben ist demnach nicht nur als enge räumliche Nähe der Vorhaben zueinander zu verstehen, sondern beinhaltet auch eine funktionale, bewertende Komponente: Das räumliche Aneinanderrücken muss ersichtliche Vorteile für den Naturhaushalt und insbesondere die Verringerung funktionaler Zerschneidung bzw. die Verbesserung des funktionalen Biotopverbunds in Landschaften mit sich bringen (Bezug auch zur Aufgabe nach § 1 Abs. 2 sowie § 21 BNatSchG, lebensfähige Populationen wild lebender Tiere und Pflanzen einschließlich ihrer Lebensstätten zu erhalten und den Austausch zwischen Populationen sowie Wanderungen und Wiederbesiedelungen zu ermöglichen). Die Grenzen einer vorteilhaften Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA sind also dann erreicht, wenn sich nicht gebündelte Vorhabenvarianten „im Einzelfall doch als raum- und umweltverträglicher erweisen“, oder wenn „durch die Bündelung bei einem Zusammentreffen bestehender und neuer Wirkungen

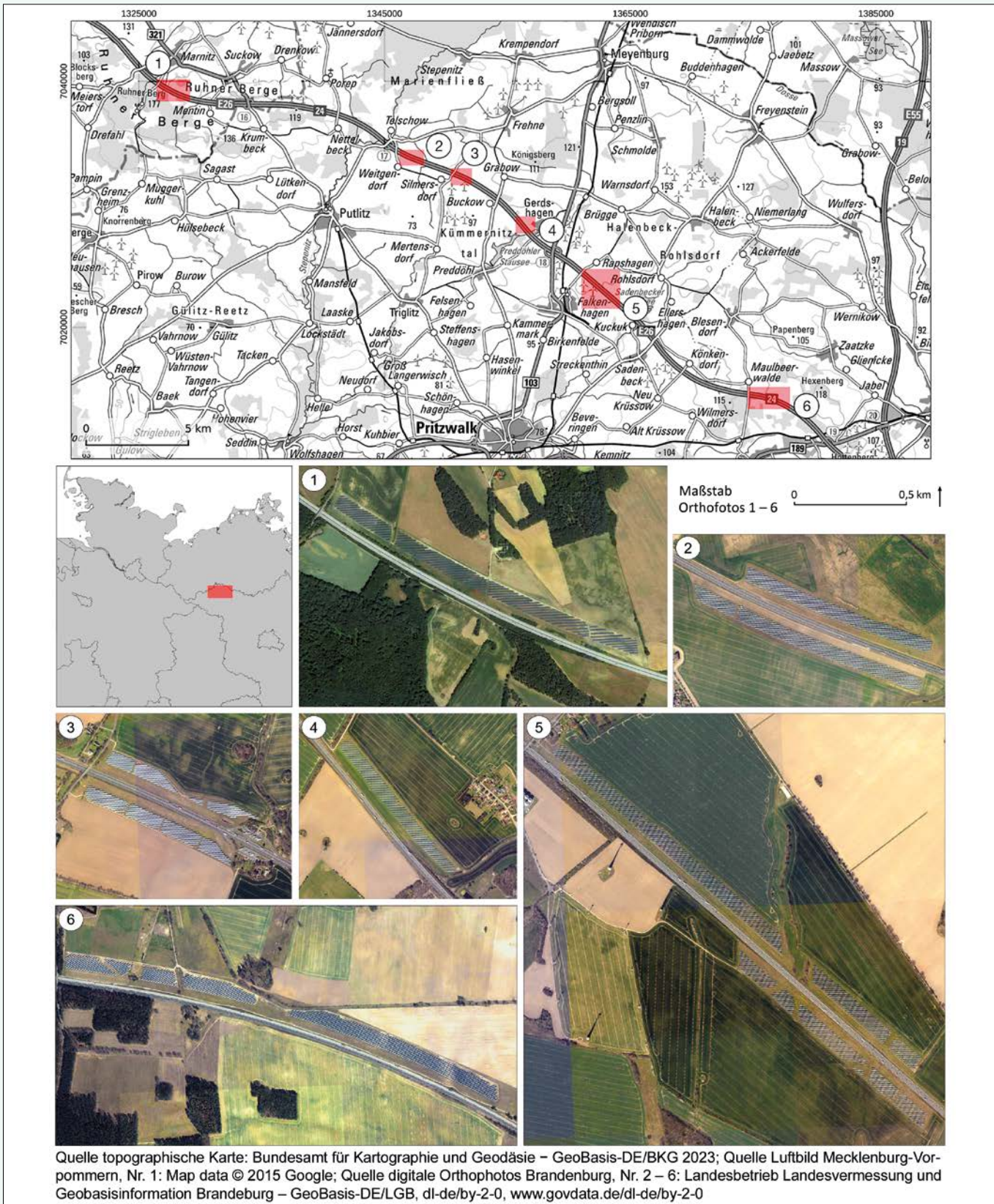


Abb. 1: Beispiele der Bündelung von Verkehrswegen und Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA). Bündelung von Verkehrswegen mit PV-FFA über einen zusammenhängenden Bereich von mehr als 1 km (Orthofotos Nr. 1, 2, 5 und 6), insbesondere wenn die PV-FFA beiderseits des Verkehrsträgers angelegt sind (Orthofotos Nr. 2, 3 und 5), kann den effektiven Lebensraum- und Populationsverbund großräumig beeinträchtigen und somit die – für die Sicherung der biologischen Vielfalt essenzielle – Mobilität von Arten übermäßig einschränken.

Fig. 1: Examples of bundling linear transport infrastructure with ground-mounted photovoltaic facilities (PV-FFA). Bundling of transport infrastructure with PV-FFA over a contiguous area of more than 1 km (orthophotos No. 1, 2, 5 and 6), especially if the PV-FFA are located on both sides of the transport infrastructure (orthophotos No. 2, 3 and 5), can compromise the connectivity of habitat and population networks on a large scale and thereby impair species mobility excessively, which is key for biological diversity.

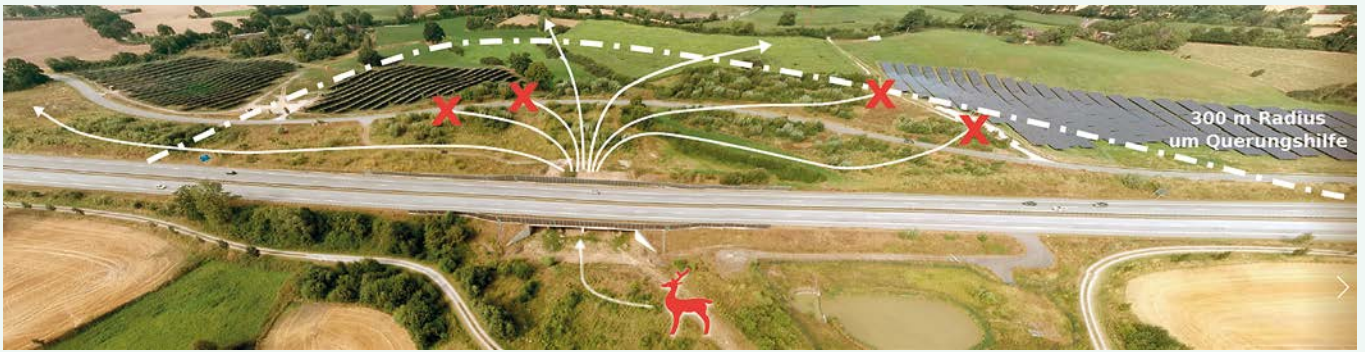


Abb. 2: Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) in direkter Nähe einer Faunaunterführung. Wenn PV-FFA gezäunt und zu dicht an Querungshilfen oder an ungezäunten Straßen gebaut werden, kann die Funktionsfähigkeit der Querungshilfen erheblich beeinträchtigt oder gänzlich unterbunden werden, während die Unfallgefahr für Wildtiere zunehmen kann. Zum Vergleich mit Abb. 3 ist ein Radius von ca. 300 m westlich der Unterführung eingezeichnet (Quelle Luftbild: Björn Schulz).

Fig. 2: Ground-mounted photovoltaic facilities (PV-FFA) located in close proximity to a fauna underpass. If PV-FFA are fenced and located too close to wildlife crossing structures or unfenced roads, the efficacy of the crossing structures can be significantly impaired or prevented altogether while the risk of wildlife accidents may increase. For comparison with Fig. 3, a radius of approx. 300 m to the west of the fauna underpass is drawn (source aerial photo: Björn Schulz).

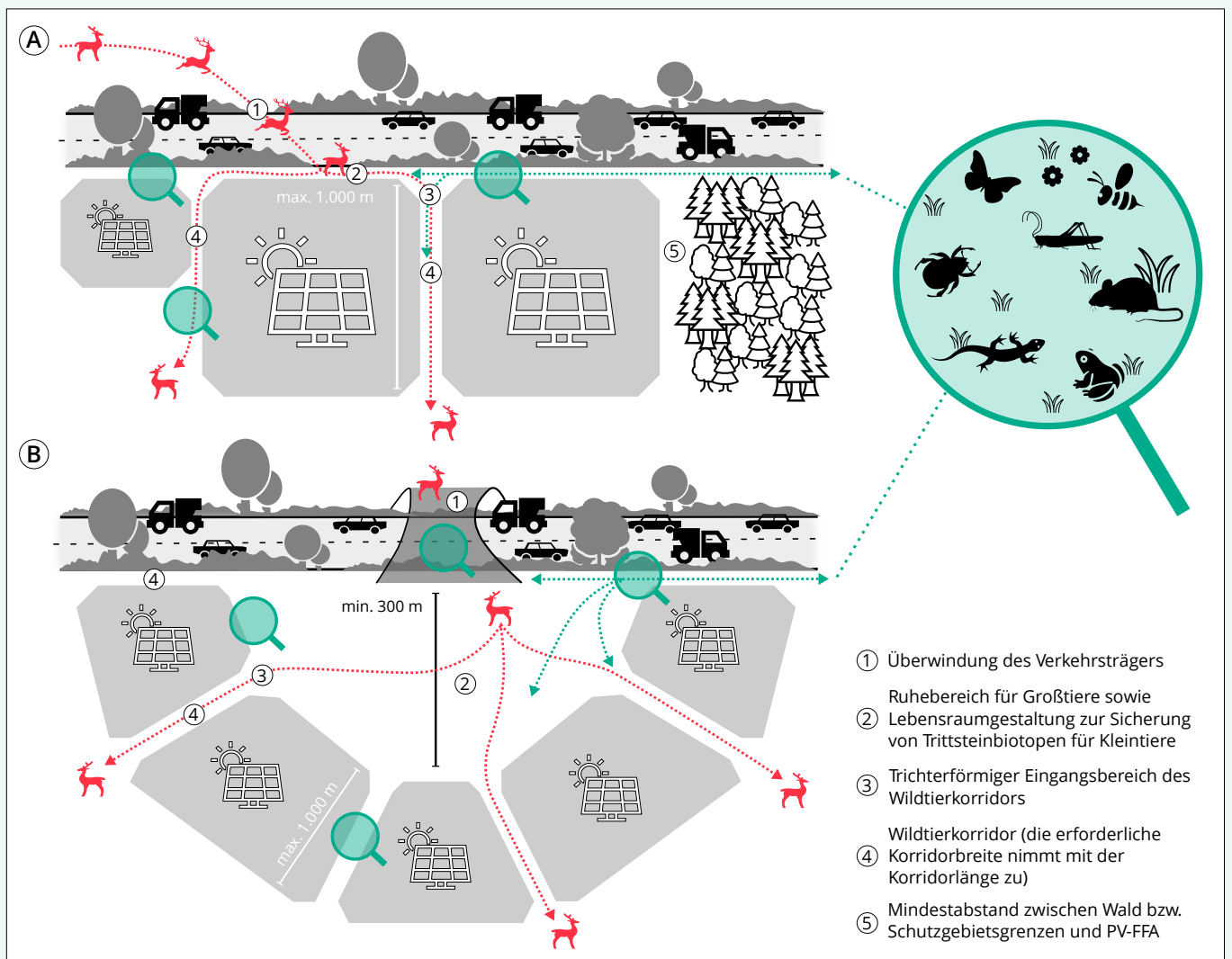


Abb. 3: Standards zur Anordnung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) an A) Verkehrswegen und B) Verkehrswegen mit speziellen Querungshilfen (Grünbrücken, Grünunterführungen, Faunaüberführungen, Faunaunterführungen, Gewässerunterführungen gemäß dem Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen an Straßen – MAQ, Attermeyer et al. 2022).

Fig. 3: Standards for spatial arrangement of ground-mounted photovoltaic facilities (PV-FFA) in close proximity to A) linear transport infrastructure and B) linear transport infrastructure with special wildlife crossings (green bridges/underpasses, fauna overpasses/underpasses, water underpasses in accordance with guidance on the installation of crossing aids for animals and on improvement of habitat connectivity along roads – MAQ, Attermeyer et al. 2022).

eine unzumutbare beziehungsweise rechtswidrige Mehrbelastung entsteht“ (BNetzA 2019). Dementsprechend ist für jeden Einzelfall zu prüfen, ob eine Parallelführung linearer Infrastrukturvorhaben tatsächlich zu vergleichsweise geringeren Umweltauswirkungen führt und abzuwägen, ob benachbarte Standorte oder eine separate Standortwahl präferiert werden sollten (BNetzA 2017).

Grundsätzlich ist die räumliche Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA nicht pauschal mit einem einheitlichen Abstandswert auszudrücken. Dennoch bedarf es (schon aus Gründen der Praktikabilität) einer Größenordnung für die nachfolgenden Empfehlungen. Wir betrachten hier PV-FFA, die weniger als 100 m von Verkehrswegen entfernt sind. Ab einem Abstand von mehr als 100 m liegen ggf. ausreichend große Flächen mit eigenständigen Lebensraumfunktionen zwischen Verkehrsweg und PV-FFA. Eine Besonderheit stellen spezifische, integrative Querungshilfen für Tiere an Straßen oder Schienen dar, wo PV-FFA auch im (weiteren) Umfeld die Funktionsfähigkeit dieser Maßnahme zum Erhalt des Lebensraumverbunds gefährden können und die Standardempfehlungen dementsprechend angepasst werden müssen (siehe Abschnitt 4.5, S. 513).

3 Aspekte im Planungs- und Abwägungsprozess bei der Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA

Im Gegensatz zu räumlich eigenständigen Anlagen sollen sich durch die Bündelung von PV-FFA und Verkehrswegen ersichtliche Vorteile für den Naturhaushalt und insbesondere die Verringerung funktionaler Zerschneidung sowie die Verbesserung des funktionalen Biotopverbunds in Landschaften ergeben (siehe Abschnitt 2, S. 508 ff.). Bündelung darf jedoch, gerade durch das räumliche Aneinander-rücken, nie zu einer wesentlichen ökologischen Trennwirkung führen, die nicht mehr ausreichend vermieden oder funktional ausgeglichen werden kann. Dementsprechend müssen für den Lebensraumverbund bzw. für Tierwanderungen geeignete Räume und Korridore sowie besondere Entwicklungspotenziale gesichert werden. Solche Räume sind insbesondere internationale/europäische und nationale Lebensraumnetze, landesweite und regionale Biotopverbundsysteme/Wildtierwege sowie sonstige ökologische Korridore. Hierzu zählen aber auch weitere besonders geeignete Flächen, u. a. lineare Elemente in der Landschaft, die den Austausch bzw. die Bewegung von Individuen und Genen sowie ökologische Prozesse ermöglichen (vgl. Chetkiewicz et al. 2006; Drobniak et al. 2013).

Keinesfalls darf die Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA die (zukünftige) Umsetzung und/oder Wirksamkeit von Wiedervernetzungsmaßnahmen über bestehende Verkehrswege beeinträchtigen. Insbesondere muss die Funktionsfähigkeit von Querungshilfen und Gewässerunterführungen sowie von deren Zugangsbereichen (bzw. von Zuleitungskorridoren für Großtiere) gesichert werden. Das gilt auch für besonders geeignete Potenzialflächen wie Wiedervernetzungsabschnitte in den vom Bundesamt für Naturschutz (BfN) veröffentlichten Lebensraumnetzen (Fuchs et al. 2010; Hänel, Reck 2011; <https://bit.ly/lebensraumnetze>) bzw. Eignungsflächen zur Umsetzung einer Mindestdichte für Querungshilfen (Hlaváč et al. 2019; Reck et al. 2023).

Die Freihaltung von Achsen des Biotopverbunds ist besonders wichtig und z. B. in Schleswig-Holstein durch den PV-FFA-Erlass (MILIG, MELUND 2021) gefordert. Allerdings sind Migrationswege von z. B. Hirschen (*Cervus elaphus*, *Dama dama*, *Alces alces*) durch diese bislang festgelegten Achsen oftmals, anders als z. T. im Generalwildwegeplan Baden-Württembergs, nicht ausreichend abgebildet. Deshalb müssen i. d. R. wichtige Migrationskorridore projektspezifisch identifiziert und freigehalten werden. Sinngemäß sind in Übereinstimmung mit der EU-Biodiversitätsstrategie alle überörtlichen Verbundachsen (Darstellungen oder Planungen des Bundes, der Länder oder der Regionalplanung) freizuhalten (KOM 2020: 4 ff.).

Bündelung darf auch nicht durch einseitige Betrachtung naturschutzfachlich oft geringer zu gewichtender Vorteile (wie z. B.

Kasten 2: Bündelung von Verkehrswegen mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen für eine beschleunigte Planung.

Box 2: Bundling of linear transport infrastructure with ground-mounted photovoltaic facilities for accelerated planning procedures.

Eine räumlich-funktional verstandene Bündelung von Verkehrswegen mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) (sowie von Verkehrswegen untereinander) ist auf möglichst konfliktarme Lösungen ausgerichtet und kann als planerischer Ansatz nicht nur zur Konfliktvermeidung und -minderung, sondern – bei konsequenter Anwendung – auch zur Planungsbeschleunigung beitragen. Ebenso gilt dies für den Rückgriff auf fachlich gut begründete und zur betreffenden Aufgabe passende Standards, deren Einhaltung Planungs- und Abwägungsprozesse verkürzt und im jeweiligen Einzelfall oftmals den Bedarf für spezielle Analysen verringert.

verringertes Freiflächenzerschneidung, i. d. R. undifferenziert das Landschaftsbild betreffend) bevorzugt werden. Insbesondere müssen die Lebensraumzerschneidung und die Inanspruchnahme naturschutzfachlich bedeutsamer Lebensräume bzw. Lebensstätten adäquat gewichtet werden. Soweit konfliktärmere Alternativen durch räumliches Abrücken zur Verfügung stehen, handelt es sich auch nicht mehr um ökologisch sinnvolle Bündelung (siehe Abschnitt 2, S. 508 ff.), ungeachtet der räumlichen Nähe.

Auch die trassenparallele Korridorfunktion von Verkehrsnebenflächen (Begleitgrün) z. B. für Haselmäuse (*Muscardinus avellanarius*; Friebe et al. 2018), Zauneidechsen (*Lacerta agilis*; Zinner et al. 2023) und viele Arten wirbelloser Tiere (z. B. Vermeulen 1994) muss berücksichtigt werden. Verkehrsnebenflächen können naturschutzfachlich bedeutsame Lebensräume sein oder – wie beschrieben – ein hohes Potenzial als Lebensraum sowie für den Lebensraumverbund haben. Bisher unterliegen Verkehrsnebenflächen keiner kommerziellen Nutzung, wodurch (noch) große Spielräume für naturschutzfachliche Aufwertungen vorhanden sind, um die biologische Vielfalt zu sichern. Dementsprechend muss das ökologische Potenzial von Verkehrsnebenflächen bei Planungs- und Abwägungsprozessen im Rahmen der Vorhabenbündelung beachtet werden.

4 Erforderliche Standards der Standortwahl, Einfriedung und Dimensionierung von PV-FFA und der Gestaltung von Wildtierkorridoren

Die vorgeschlagenen Standards fokussieren auf Bündelungsvorhaben von Verkehrswegen und PV-FFA. Die sich hierbei ergebenden Fragen und Aufgaben, insbesondere zur Sicherung des Lebensraumverbunds und von Tierwanderungen im Rahmen der Eingriffsbewältigung, sollten bei deren Anwendung im Regelfall ausreichend berücksichtigt sein. Darüber hinaus können weitere, etwa länderspezifische Anforderungen je nach Regelungsinhalt und -verbindlichkeit zu beachten sein.

Auf die Gestaltung der eigentlichen Solarparkflächen (mit Ausnahme der Randbereiche solcher Flächen) wird im vorliegenden Beitrag nicht näher eingegangen und hierzu auf andere Quellen sowie einen sich weiterentwickelnden Kenntnis- und Erprobungsstand verwiesen. Festzustellen ist aber sicherlich, dass viele bisher realisierte Solarparks hinter diesbezüglich erreichbaren Potenzialen weit zurückbleiben. Allerdings muss auch die Verhältnismäßigkeit etwa der Anlage breiterer Modulreihenabstände gegenüber dem tatsächlich damit naturschutzfachlich Erreichbaren (bei gleichzeitiger Verringerung der flächenbezogenen Stromproduktion) noch eingehender betrachtet werden. Zudem können sich künftig weitere Entwicklungen ergeben (etwa Einsatz von Geotextilien unter den Modulen zur Leistungssteigerung).

Kasten 3: Ableitung räumlicher Mindeststandards auf Basis des Meidungs- und Fluchtverhaltens von Wildtieren in landschaftlichen Engpässen und in Reaktion auf Störungen.

Box 3: Derivation of minimum spatial standards based on wildlife avoidance and escape behaviour in landscape bottlenecks and in response to disturbances.

Die Angaben zu Abständen in den Abschnitten 4.4 bis 4.6 richten sich bezüglich der Querungshilfen nach Attermeyer et al 2022: § 12 bzw. § 29 (7) Jagdgesetz des Landes Schleswig-Holstein (LJagdG) in der Fassung vom 20.5.2020. Ansonsten müssen Fluchtdistanzen von Wildtieren (Bützler 2001: 77, zitiert in Sarbock 2003: 47; FVA 2017; Westekemper et al. 2018) sowie deren Vermeidungsstrategien situationsbedingt eingeschätzt werden. Dabei gibt es zum einen nur wenige quantitative Angaben zu Fluchtdistanzen und zum anderen sind diese abhängig von der jeweiligen raum-zeitlichen Situation und von der Regelmäßigkeit des Auftretens von Störungen. Sofern Tiere weitreichende Fluchtmöglichkeiten haben, verhalten sie sich anders als in Engpässen wie Querungshilfen. Zudem hängen Meidungs- und Fluchtverhalten vom Vorhandensein von Deckungsstrukturen – z. B. in der Nähe berechenbarer Störungsquellen (Pkw-Verkehr, Wanderwege mit striktem Wegegebot) – oder der Regelmäßigkeit im Auftreten von Störungen (Personen oder Hunde abseits von Wegen etc.) ab, wobei mittlere Fluchtabstände etwa beim Rothirsch (*Cervus elaphus*) bei großer Varianz zwischen 150 und 250 m betragen können. Durch die im vorliegenden Beitrag formulierten Abstände bzw. Korridorbreiten soll sich zugleich ein ausreichendes Angebot an geeigneten Trittsteinbiotopen für verschiedene Kleintierarten ausbilden können.

4.1 Obligate Tabuflächen für die Errichtung von PV-FFA

Ausgewiesene Flächen des Biotopverbunds – etwa überörtlich bedeutsame Lebensraumkorridore und Wildtierwege – müssen freigehalten werden. Zudem müssen z. B. im Rahmen des Wiedervernetzungsprogramms des Bundes (oder auch länderspezifischer Programme) geplante Wiedervernetzungsmaßnahmen berücksichtigt und prioritäre Bereiche der Wiedervernetzung von PV-FFA ausgeschlossen werden. Betrachtet werden hier Darstellungen oder Planungen des Bundes sowie der Landes- und Regionalplanung und besondere Potenzialflächen. Letztere – insbesondere Migrationskorridore von Großsäugern – müssen i. d. R. projektspezifisch identifiziert werden, z. B. auf Basis der Darstellung der vom BfN publizierten Lebensraumnetze (<https://bit.ly/lebensraumnetze>), auf Basis von Wildunfallsschwerpunkten an Straßen oder einer Befragung von Jagdausübungsberechtigten. Tierquerungshilfen und andere Querungsbauwerke, die von Tieren genutzt werden könnten, sind in jedem Fall zu ermitteln (z. B. mithilfe von Luftbildern, öffentlichen Bauwerks- und Geoinformationssystemen).

4.2 Keine wilddichten Zäune

Während die räumliche Bündelung von Verkehrswegen und PV-FFA landschaftliche Veränderungen hervorruft, die die Landschaftsnutzung und Mobilität von Flora und Fauna beeinträchtigen, wirken wilddichte Zäunungen um PV-FFA zusätzlich als absolute physische Barrieren, die die Ausbreitung und Wanderung flugunfähiger größerer Tiere durch die PV-FFA vollständig verhindern. Derzeitige Leitfäden der Bundesländer empfehlen eine kleintierdurchlässige Zäunung, die von Mittel- und Großsäugern nicht durchdrungen werden kann und somit Wanderungsbewegungen dieser Arten stark einschränkt, für diese Tiere energetisch kostenintensive Umwege erfordert oder den Lebensraumverbund gänzlich unterbindet. Allerdings sind wilddichte Zäunungen zum Betrieb einer PV-FFA i. d. R. nicht erforderlich und stellen einen Eingriff in

Natur und Landschaft dar, der u. a. die Mobilität von Schlüsselarten beeinträchtigt (Vektor- und Habitatbildungsfunktion von Großsäugern). Wilddichte Zäunungen sind mit verhältnismäßigen Mitteln vermeidbare Beeinträchtigungen und nach den Bestimmungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung zu unterlassen (§§ 13 ff. BNatSchG; diese Vermeidbarkeit ist auch im Rahmen der Bauleitplanung in der Abwägung zu berücksichtigen, siehe § 1a Nr. 3 BauGB) oder sie müssen explizit und stichhaltig begründet werden (z. B. für die Dauer der Mehrfachnutzung durch Beweidung).

4.3 Keine eutrophen und/oder dicht und hoch wachsenden Begrenzungssäume

Begrenzende Gras- und Krautfluren (Säume) dürfen keine ausbreitungshindernde bzw. -hemmende Vegetationsstruktur in Bodennähe aufweisen, da sie die Mobilität kleinerer, bodengebundener Tiere einschränken oder unterbinden können. Sehr dichte, lückentreie Vegetationsbänder entstehen durch falsche Substratwahl oder in bodenbündigen Maschendrahtgeflechten. Sie verhindern die Ausbreitung flugunfähiger Kleintiere in ähnlichem Ausmaß wie z. B. Straßen. Bei einer hohen Dichte oder im Zusammenspiel mit weiteren Barrieren hindern sehr dicht bewachsene Begrenzungssäume den notwendigen überörtlichen Individuenaustausch zwischen verschiedenen Lebensräumen. Durch die Wahl von Magersubstraten und geeigneten Saatgutmischungen lassen sich solche Barrierewirkungen verhindern und zugleich lässt sich der Pflegeaufwand mindern. Insofern widerspricht die (ohne vernünftigen Grund) absichtliche oder hingenommene Entwicklung übermäßig dichter Saumstrukturen i. d. R. den Zielen des BNatSchG.

Kasten 4: Ergänzende Hinweise zum Artenschutz und zur Umweltprüfung bei der Vorhabenplanung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen.

Box 4: Supplementary notes on species protection and environmental assessment when planning ground-mounted photovoltaic facilities.

Die vorgeschlagenen Standards bei Bündelungsvorhaben von Verkehrswegen mit Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) fokussieren auf die Sicherung des Lebensraumverbunds bzw. von Tierwanderungen und sollten für diesen Zweck bei konsequenter Anwendung im Regelfall ausreichend sein. Diesbezügliche zusätzliche Analysen sowie Bewertungen können dann (soweit nicht etwa durch länderspezifische Regelungen gefordert oder abseits bestehender Straßen aufgrund schlechter Datenlage zu Wildwechseln erforderlich) entfallen, was die Realisierung von PV-FFA vereinfacht und beschleunigt. Auch bezüglich weiterer artenschutzfachlicher und -rechtlicher Aspekte – die nicht Gegenstand des vorliegenden Beitrags sind – sollte insbesondere bei ausreichend qualifizierter (konfliktvermeidender) Standortwahl eine „schlanke“ und rasche Abwicklung von Planung und Genehmigung von PV-FFA in räumlicher Bündelung mit Verkehrswegen erreicht werden können. Hierbei sind frühzeitig – was bislang wenig beachtet wurde – insbesondere auch größere, kulissenarme Acker- und Grünlandgebiete von einer Planung auszuschließen, die Vorkommen oder besondere Potenziale für die Entwicklung bundesweit von Auslöschung bedrohter Ackerwildkräuter und Ackerwildkrautgesellschaften bzw. besonders bedeutsamer Brut-, Rast- oder Überwinterungsgebiete der kulissenmeidenden Feldvogelfauna (z. B. tradierte Rastplätze des Mornellregenpfeifers, *Charadrius morinellus*) aufweisen.

Auswirkungen der Zuwegung/Zuleitung sowie die Überlagerung oder potenzielle Verstärkung von Störwirkungen bei Bündelung sind immer – ggf. auch für andere Schutzgüter – zu berücksichtigen. Randbereiche von PV-FFA können sich ggf. für die Wiederherstellung lokal relevanter Biotopelemente eignen.

Kasten 5: Beispielgebende rechtliche Anforderungen an eine funktional ausgerichtete Gestaltung von Begleitgrün an Verkehrswegen für den Erhalt des Biotopverbunds.

Box 5: Exemplary legal requirements for the functionally oriented design of roadside vegetation along linear transport infrastructure for the preservation of the biotope network.

„Straßen- und Wegeränder sowie Lärmschutzwälle sollen so erhalten und gestaltet werden, dass sie sich naturnah entwickeln können“ und „ihre Unterhaltung soll auf die Bedeutung als Teil der Biotopverbundsysteme ausgerichtet werden“ (§ 18a Straßen- und Wegegesetz Schleswig-Holstein – StrWG). Vergleichbares ist im Rahmen der dort gegebenen Möglichkeiten für Begleitflächen von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) zu fordern. Dass dem Begleitgrün an Verkehrswegen oder PV-FFA bei entsprechender Ausgestaltung und Pflege Funktionen im Biotopverbund zugesprochen werden (können), bedeutet jedoch nicht, dass der Bau von Verkehrswegen oder PV-FFA mit Argumenten des Biotopverbunds begründet werden kann. Für den Erhalt des Biotopverbunds stehen bessere Maßnahmen zur Verfügung, die mit geringeren ökologischen Beeinträchtigungen verbunden sind.

4.4 Obligate Einrichtung von Wildtierkorridoren

PV-FFA sind – insbesondere in Bündelungssituationen – geeignet, den Individuenaustausch zwischen Populationen, Tierwanderungen oder Neu- und Wiederbesiedlungsprozesse, die auch unabhängig von speziellen Biotopverbundachsen stattfinden, großflächig zu unterbinden oder zu behindern (Abb. 2, S. 510). Deshalb muss eine Mindestdurchlässigkeit erhalten werden, die zugleich die maximale Größe räumlich zusammenhängender Einheiten von PV-FFA definiert.

Um ausreichend Tiermobilität zu sichern, muss mindestens alle 1.000 m ein mindestens 100 m breiter Wildtierkorridor freigehalten werden (Abb. 3A, S. 510; siehe Kasten 3). Die genaue Lage sollte auf Basis der ökologischen Gegebenheiten vor Ort abgeleitet werden. Obligate Vernetzungskorridore entlang von z. B. Gewässern unterstützen den Lebensraumverbund und können als Wildtierkorridore dienen. Die generell freizuhaltenden Haupt- und Nebenkorridore von Verbundsystemen sind auch bei einer engeren räumlichen Abfolge als im Abstand von 1.000 m vollständig zu sichern.

Die Einhaltung einer Mindestbreite der Wildtierkorridore von 100 m ist erforderlich, damit Großtiere solche Korridore zwischen den PV-FFA ohne zu starke Einschränkungen nutzen und damit sich zugleich in ausreichender Zahl funktionale Trittsteine für Kleintiere ausbilden können. Die ansonsten stochastisch und großflächig verlaufende Ausbreitung von Kleintieren bzw. die Vernetzung ihrer Vorkommen und Habitate wird durch PV-FFA verengt, was eine Erhöhung der Lebensraumeignung des Korridors für solche Arten erforderlich macht. Mindestens 10 % der Fläche einer PV-FFA werden daher konzentriert für Vernetzungsfunktionen benötigt, entweder in Form von Wildtierkorridoren zwischen ansonsten geschlossenen Blöcken von PV-FFA und/oder – bei Außenkanten der PV-FFA < 1 km – zur Randgestaltung der PV-FFA als Lebensraumband. Voraussetzung ist, dass keine Nutzung durch Personen oder Fahrzeuge längs des Korridors (kurze Querungen sind möglich) erfolgt und der Wildtierkorridor frei von Versiegelung und technischer Infrastruktur bleibt. Dies und die naturschutzgerechte Flächengestaltung kann auf vormals intensiv genutzten und zugleich artenarmen, naturschutzfachlich geringwertigen Flächen zur Kompensation von Lebensraumverlusten genügen. Sollte auf vormals hochwertigeren Flächen eine Inanspruchnahme oder randliche Beeinträchtigung nicht vermieden werden können (vgl. auch Kasten 4), können – abhängig von den länderspezifischen Regelungen – mehr Kompensationsflächen benötigt werden.

Darüber hinaus muss zur Aufrechterhaltung des parallel zu Verkehrswegen verlaufenden Lebensraumverbunds ein Mindestabstand von 30 m zwischen Verkehrswegen und PV-FFA freigehalten werden. Dieser Mindestabstand gewährleistet einen Ruhebereich zwischen Verkehrswegen und PV-FFA, verringert das Risiko von Wildunfällen nach einer Straßenquerung (Rückpralleffekt) und dient darüber hinaus als Verbindungskorridor zwischen den Wildtierkorridoren. Im Ausnahmefall – bei gezäunten Verkehrswegen – ist dieser Abstand nicht erforderlich, wenn keine schutzwürdigen oder als Lebensraumkorridor relevanten Verkehrsbegleitbiotope vorhanden sind (siehe Kasten 5) und der infrage stehende Wildschutzzäun mit hoher Wahrscheinlichkeit dauerhaft installiert bleibt. Wild- bzw. Verkehrsschutzzäune sollten abgebaut werden, wenn z. B. aufgrund einer Verringerung der Höchstgeschwindigkeit keine relevanten Unfallhäufungen mehr zu erwarten sind oder wenn solche Zäune unverhältnismäßige Barrieren im Lebensraumverbund darstellen. Im Sonderfall langfristig gezäunter Verkehrswege können straßenparallele und PV-FFA durchdringende Korridore funktionslos werden. Ggf. müssen dann – mindestens im Abstand von rund 2,5 km – an geeigneten Stellen Tierquerungshilfen gebaut werden (vgl. Reck et al. 2023). Zuleitungskorridore zu vorhandenen oder zu erforderlichen, zukünftigen Tierquerungshilfen/Tierquerungsstellen (siehe auch Abschnitt 4.6) müssen zu diesem Zweck gesichert bzw. freigehalten werden. Ausbauvorhaben, d. h. Verkehrswegebereitungen, dürfen nicht zulasten dieser parallelen Ruhezone durchgeführt werden, im Konfliktfall müssen diese nach außen verlegt werden.

Huftiere meiden beengte Situationen, in denen sie nicht in alle Richtungen flüchten können. Bewegen sie sich in einem Korridor zwischen Zäunen, so sind die Fluchtmöglichkeiten reduziert (siehe Kasten 3). Aufgrund der fehlenden Ausweichmöglichkeiten für Wildtiere bei wildlicht gezäunten PV-FFA müssen in diesen Fällen alle Pufferbereiche sowie die Korridore, die von Tierquerungshilfen wegführen, im Vergleich zur Standardlösung für ungezäunte Anlagen die 1,5-fache Breite haben.

4.5 Freihalteflächen bei Bündelung von PV-FFA und Verkehrswegen mit Querungshilfen

Querungshilfen sollen den Lebensraumverbund an Verkehrswegen aufrechterhalten oder wiederherstellen, können jedoch nur funktionieren, wenn ihr Zugangsbereich und zumindest das nähere Umfeld hindernisfrei sind und Trittsteinbiotope in diesem Bereich in ihrer Funktion nicht beeinträchtigt werden. Dementsprechend dürfen keine PV-FFA im Umkreis von 300 m um bestehende Grünbrücken, Grünunterführungen, Faunabrücken und Faunaunterführungen sowie Talbrücken, Gewässerunterführungen und Zugangskorridore zu Querungshilfen angelegt werden (Abb. 3B, S. 510; siehe Kasten 3). Außerhalb eines Radius von 300 m bzw. in die Freihaltefläche hinein müssen parallel zum Verkehrsweg 30 m breite Verbindungskorridore freigehalten werden (Abb. 3B, S. 510). Zudem müssen im weiteren Umkreis von 900 m mindestens drei jeweils 100 m breite, ununterbrochene Wildtierkorridore je Straßenseite freigehalten werden, damit der Zugang zu den Querungshilfen aus verschiedenen Richtungen möglich bleibt und nicht übermäßig beeinträchtigt wird. Fallspezifisch können sich aus der Lage von Siedlungen, Landnutzungssystemen oder aus lokalen, überörtlichen Wildwechseln oder der Lebensraumtopologie (Lage besonders schutzwürdiger Lebensräume und von Trittsteinbiotopen) Abweichungen ergeben (Hinterlandanbindung, vgl. Reck et al. 2019).

4.6 Mindestabstand von PV-FFA zu Gewässern, kleinen Querungshilfen sowie Waldrändern

Aufgrund der hohen Bedeutung von Fließgewässern – natürlichen oder ehemals natürlichen, zwischenzeitlich begrädigten Gewässern

sowie wasserführenden Hauptgräben oder Wettern (Entwässerungsgräben in Marschgebieten) mit einer Gewässerbreite bei Mittelwasser (MW) von mindestens 1,5 m – und Stillgewässern für den Lebensraumverbund und als Lebensraum müssen PV-FFA einen Abstand von mindestens 50 m zu diesen Gewässern einhalten (siehe **Kasten 3**). Das Gleiche gilt für einen Radius von mindestens 50 m um kleinere Querungshilfen (z. B. Kleintierdurchlässe, Grünstreifenbrücken etc.) und jegliche Wegebrücken bzw. -unterführungen (Unterhaltungswege, Land- und Forstwirtschaftswege sowie sonstige Wege, wenn Letztere nicht asphaltiert sind). Waldränder sind, genauso wie Fließgewässer und deren Umfeld, besonders wichtige Lebensräume und Wanderkorridore für eine Vielzahl von Arten. Weil sie sowohl im Offenlandbereich als auch nach innen (im Gehölzbestand) von Tieren genutzt werden können, ist ein Abstand von 30 m zur PV-FFA ausreichend.

4.7 Qualität der Wildtierkorridore

Grundsätzlich sind die landschaftliche Situation und die daraus abzuleitenden Ziele des Lebensraumverbunds für die Ausgestaltung der Wildtierkorridore zu berücksichtigen. Entsprechend den Empfehlungen zur Gestaltung von Querungshilfen (Iuell et al. 2003; Kruidering et al. 2005; Reck et al. 2019; Attermeyer et al. 2022) sollen die Wildtierkorridore überwiegend Offenlandcharakter haben und – als Deckung für Arten von Hecken und ähnlichen Biotopen – vereinzelt von Einzelbüschen und Gebüschgruppen bestanden sein, die jedoch insgesamt nicht mehr als 10 % der Fläche einnehmen. Lediglich dann, wenn etwa Straßenbegleitflächen galeriewaldartig ausgebildet sind und der Wildtierkorridor auf einen Gehölzbestand ausgerichtet ist, soll die Gehölzdeckung im Korridor (regelmäßig verteilt oder streifenförmig) 50 – 70 % betragen. Die Vegetationsentwicklung soll vorrangig auf Magersubstraten mit ggf. vorhandenem Vegetationsbestand oder mit angepassten Ansaaten und entsprechender Entwicklungs- und Erhaltungspflege stattfinden. Ziel sind überwiegend insektenblütige, lichte Gras- und Krautfluren mit i. d. R. signifikanten Anteilen an Offenbodenstrukturen und überjährigen Pflanzenstrukturen. Die Artenzusammensetzung und Gestaltung soll sich an naturräumlich vorrangigen naturschutzfachlichen Zielen und Standortpotenzialen orientieren (vgl. LBV-SH 2014; VM BW 2016; MELUND 2020; Rosell et al. 2020; Reck 2022).

4.8 Beleuchtung ist zu vermeiden

Besondere Anforderungen bestehen an die Vermeidung abschreckender bzw. störender oder attrahierender (anlockender) künstlicher Beleuchtung. Beleuchtung kann artspezifisch – neben Individuenverlusten und Lebensraumbeeinträchtigungen – Funktionen des Lebensraumverbunds behindern. Auf die biologische Vielfalt negativ wirkende Beleuchtung muss vermieden werden (Möglichkeiten hierzu in Schroer et al. 2019).

5 Fazit/Ausblick

Bei Bündelungsvorhaben von Verkehrswegen mit PV-FFA hat die Sicherung des Lebensraumverbunds bzw. von Tierwanderungen eine hohe Relevanz. Die hierzu ausgearbeiteten Empfehlungen, die wir als Standards für die Planung und Realisierung verstehen, sollten für diesen Zweck bei konsequenter Anwendung und im Regelfall ausreichend sein. Auch die ergänzenden Hinweise sollten beachtet werden. Vor dem Hintergrund der vorgezeichneten, erkennbar umfangreichen Flächenansprüche von PV-FFA sowie des fortschreitenden Kenntnisstands zu Auswirkungen von PV-FFA (alleine oder in Bündelung mit Verkehrswegen) muss jedoch in den kommenden Jahren eine Prüfung von Empfehlungen und Standards und ggf. deren Anpassung erfolgen.

6 Literatur

- Attermeyer S., Herzberg et al. (2022): Merkblatt zur Anlage von Querungshilfen für Tiere und zur Vernetzung von Lebensräumen. Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen. Köln: 109 S.
- BNetzA/Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (Hrsg.) (2017): Methodenpapier. Die Strategische Umweltprüfung in der Bundesfachplanung für Vorhaben mit Erdkabelvorrang. BNetzA. Bonn: 23 S.
- BNetzA/Bundesnetzagentur für Elektrizität, Gas, Telekommunikation, Post und Eisenbahnen (Hrsg.) (2019): Bündelung von Stromleitungen mit linienhaften Infrastrukturen. Bericht der Bundesnetzagentur. BNetzA. Bonn: 18 S.
- Chetkiewicz C.-L., St. Clair C.C., Boyce M.S. (2006): Corridors for conservation: Integrating pattern and process. *Annual Review of Ecology, Evolution, and Systematics* 37(1): 317 – 342. DOI: 10.1146/annurev.ecolsys.37.091305.110050
- Drobnik J., Finck P., Riecken U. (2013): Die Bedeutung von Korridoren im Hinblick auf die Umsetzung des länderübergreifenden Biotopverbunds in Deutschland. *BfN-Skripten* 346: 81 S.
- Friebe K., Steffens T. et al. (2018): The significance of major roads as barriers and their roadside habitats as potential corridors for hazel dormouse migration – A population genetic study. *Folia Zoologica* 67(2): 98 – 109. DOI: 10.25225/fozo.v67.i2.a10.2018
- Fuchs D., Hänel K. et al. (2010): Länderübergreifender Biotopverbund in Deutschland. Grundlagen und Fachkonzept. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 96: 192 S.
- FVA/Forstliche Versuchs- und Forschungsanstalt Baden-Württemberg (Hrsg.) (2017): Anthropogene Störungen und ihre Auswirkungen auf Wildtiere im Schwarzwald. Vorstudie. Projektbericht. FVA. Freiburg i. Br.: 48 S.
- Günnewig D., Johannwerner E. et al. (2022): Anpassung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen im EEG vor dem Hintergrund erhöhter Zubauziele. Notwendigkeiten und mögliche Umsetzungsoptionen. *Texte* 76/2022. Umweltbundesamt. Dessau-Roßlau: 54 S.
- Hänel K., Reck H. (2011): Bundesweite Prioritäten zur Wiedervernetzung von Ökosystemen: Die Überwindung straßenbedingter Barrieren. *Naturschutz und Biologische Vielfalt* 108: 353 S.
- Hlaváč V., Anděl P. et al. (2019): Wildlife and traffic in the Carpathians. Guidelines how to minimize the impact of transport infrastructure development on nature in the Carpathian countries. Danube Transnational Programme TRANSGREEN Project. The State Nature Conservancy of the Slovak Republic. Banská Bystrica: 225 S.
- Iuell B., Bekker G.J. et al. (2003): Wildlife and traffic: A European handbook for identifying conflicts and designing solutions. *KNNV Uitgeverij*. Zeist: 176 S.
- KOM/Europäische Kommission (2020): EU-Biodiversitätsstrategie für 2030. Mehr Raum für die Natur in unserem Leben. COM(2020) 380 final. KOM. Brüssel: 27 S.
- Kruidering A.M., Veenbaas G. et al. (2005): Leidraad faunavorzieningen bij wegen. Rijkswaterstaat, Dienst Weg- en Waterbouwkunde. Delft: 216 S.
- LBV-SH/Landesbetrieb Straßenbau und Verkehr Schleswig-Holstein (2014): Leitfaden für die fachgerechte Unterhaltungspflege von Gehölzflächen an Straßen. LBV-SH. Kiel: 11 S.
- MELUND/Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (Hrsg.) (2020): Artenreiche Grünflächen. Handreichung zur Anlage und Pflege artenreicher Grünflächen an Straßen, Wegen und Plätzen. MELUND. Kiel: 59 S.
- MILIG, MELUND/Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung des Landes Schleswig-Holstein, Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung des Landes Schleswig-Holstein (2021): Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich. MILIG, MELUND. Kiel: 17 S.
- Noordijk J., Schaffers A.P. et al. (2011): Using movement and habitat corridors to improve the connectivity for heathland carabid beetles. *Journal for Nature Conservation* 19: 276 – 284. DOI: 10.1016/j.jnc.2011.05.001
- Reck H. (2022): Tiere am Straßenrand. *Natur und Landschaft* 97(9/10): 443 – 454. DOI: 10.19217/NuL2022-09-05
- Reck H., Hänel K. et al. (2019): Green bridges, wildlife tunnels and fauna culverts. The biodiversity approach. *BfN-Skripten* 522: 97 S. DOI: 10.19217/skr522
- Reck H., Strein M., Böttcher M. (2023): Standards zur Dimension und Dichte von Querungshilfen. Fachbeitrag (Entwurf, Stand 2022) zum Vorhaben „Lebensnetze und die Vermeidung von Lebensraumzerschneidung: Anforderungen an die Eingriffsplanung“. Preprint. DOI: 10.13140/RG.2.2.25873.51041

- Rietze J., Reck H. (1998): Das Einzugsgebiet von Grünbrücken und der Einfluss von Lebensraumkorridoren, untersucht am Beispiel von Heuschrecken. *Forschung Straßenbau und Straßenverkehrstechnik* 756: 493 – 513.
- Rosell C., Torrellas M. et al. (2020): Maintenance of ecological assets on transport linear infrastructure. *Wildlife & Traffic. A European handbook for identifying conflicts and designing solutions*. Conference of European Directors of Roads (CEDR). Brüssel: 64 S.
- Sarbock S. (2003): Entwicklung eines Biotopverbundkonzeptes für Luchs, Rothirsch und Wildkatze im Landkreis Osterode im Rahmen der Verlegung der B 243. Diplomarbeit. Institut für Landschaftspflege und Naturschutz der Universität Hannover. Hannover: 131 S.
- Scholles F. (2018): Bündelung von Infrastruktur. Grundsätzlich zu fordern oder im Einzelfall zu bewerten. *RaumPlanung* 196(2/3): 50 – 55.
- Schroer S., Huggins B. et al. (2019): Leitfaden zur Neugestaltung und Umrüstung von Außenbeleuchtungsanlagen. Anforderungen an eine nachhaltige Außenbeleuchtung. *BfN-Skripten* 543: 96 S. DOI: 10.19217/skr543
- Trautner J., Attinger A., Dörfler T. (2022): Umgang mit Naturschutzkonflikten bei Freiflächenanlagen in der Regionalplanung. Orientierungshilfe zum Arten- und Biotopschutz für die Region Bodensee-Oberschwaben. Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH. Filderstadt: 56 S.
- Vermeulen H.J. (1994): Corridor function of a road verge for dispersal of stenotopic heathland ground beetles carabidae. *Biological Conservation* 69(3): 339 – 349. DOI: 10.1016/0006-3207(94)90433-2
- Verstrael T., van den Hengel B. et al. (2000): National highway verges ... national treasures! *Drukkerij Ronaveld*. Den Haag: 17 S.
- VM BW/Ministerium für Verkehr Baden-Württemberg (Hrsg.) (2016): Straßenbegleitgrün. Hinweise zur ökologischen Pflege von Gras und Gehölzflächen an Straßen. VM BW. Stuttgart: 61 S.
- Westekemper K., Reinecke H. et al. (2018): Stay on trails – Effects of human recreation on the spatiotemporal behavior of red deer *Cervus elaphus* in a German national park. *Wildlife Biology* 2018(1): 1 – 9. DOI: 10.2981/wlb.00403
- Xu W., Dejid N. et al. (2021): Barrier Behavior Analysis (BaBA) reveals extensive effects of fencing on wide-ranging ungulates. *Journal of Applied Ecology* 58(4): 690 – 698. DOI: 10.1111/1365-2664.13806
- Zinner F., Fritsch S., Richter K. (2023): Faunistische Untersuchungen zur Bedeutung des Straßenbegleitgrüns in der Bördelandschaft Sachsen-Anhalts – Straßenbegleitgrün als Habitat der Zauneidechse. *BfN-Schriften*: im Druck.

Förderung und Dank

Wir danken dem Bundesamt für Naturschutz für die finanzielle Unterstützung und der Internationalen Naturschutzakademie auf der Insel Vilm für die Ausrichtung des Workshops zum Thema „Bündelung von Verkehrsträgern und Verkehrsträgern mit Photovoltaikanlagen: Planung – Umsetzung – Erkenntnisse – Hinweise“. Außerdem bedanken wir uns bei den weiteren Teilnehmerinnen und Teilnehmern, bei den beiden anonymen Gutachterinnen/Gutachtern sowie bei der Redaktion von „Natur und Landschaft“ für wertvolle Anregungen und Hinweise, die im Vorfeld oder während der Bearbeitung der Publikation eingeflossen sind.

Dr. Franziska Peter
Korrespondierende Autorin
 Öko-log Freilandforschung
 Joachimsthaler Straße 9
 16247 Parlow
 E-Mail: franziska.peter@oeko-log.com



Die Autorin ist Landschafts- und Naturschutzökologin. Sie studierte Biologie an der Justus-Liebig-Universität Gießen, promovierte im Bereich Biodiversität und Naturschutz an der Philipps-Universität Marburg und arbeitete als Postdoktorandin u. a. am Institut für Natur- und Ressourcenschutz der Christian-Albrechts-Universität zu Kiel. Sie erforscht den anthropogenen Einfluss auf die Biodiversität sowie die Effizienz von Artenschutzmaßnahmen. Bei Öko-log Freilandforschung untersucht und bewertet sie insbesondere die Zerschneidungs- und Barrierewirkung von Infrastrukturvorhaben und entwickelt Maßnahmen und Konzepte für den Erhalt von Arten und des Biotopverbunds.

PD Dr.-Ing. Heinrich Reck
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
 Institut für Natur- und Ressourcenschutz (INR)
 Olshausenstraße 75
 24118 Kiel
 E-Mail: hreck@ecology.uni-kiel.de

Jürgen Trautner
 Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH
 Johann-Strauß-Straße 22
 70794 Filderstadt
 E-Mail: info@tieroekologie.de

Marita Böttcher
 Bundesamt für Naturschutz
 Fachgebiet II 4.2 „Prüfinstrumente des Naturschutzes und Infrastrukturvorhaben“
 Alte Messe 6
 04103 Leipzig
 E-Mail: marita.boettcher@bfm.de

Martin Strein
 FVA-Wildtierinstitut
 Arbeitsbereich Lebensraumverbund und Wildunfälle
 Wonnhaldestraße 4
 79100 Freiburg i. Br.
 E-Mail: martin.strein@forst.bwl.de

Dr. Mathias Herrmann
 Öko-log Freilandforschung
 Joachimsthaler Straße 9
 16247 Parlow
 E-Mail: oeko-log@t-online.de

Holger Meinig
 Froelich & Sporbeck Umweltplanung und Beratung
 Ehrenfeldstraße 34
 44789 Bochum
 E-Mail: h.meinig@sumwelt.de

Henning Nissen
 Christian-Albrechts-Universität zu Kiel
 Institut für Natur- und Ressourcenschutz (INR)
 Olshausenstraße 75
 24118 Kiel
 E-Mail: hnissen@ecology.uni-kiel.de

Manuel Weidler
 Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung GmbH
 Johann-Strauß-Straße 22
 70794 Filderstadt
 E-Mail: manuel.weidler@tieroekologie.de

Anzeige

