



Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich

 Bundesministerium
Klimaschutz, Umwelt,
Energie, Mobilität,
Innovation und Technologie

 Bundesministerium
Bildung, Wissenschaft
und Forschung



LAND
OBERÖSTERREICH



umweltbundesamt^U



Universität für Bodenkultur, Projektleitung: Katrin Karner

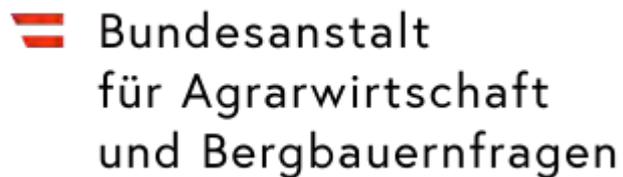
Projektmitarbeiter:innen:

Bundesanstalt für Agrarwirtschaft und Bergbauernfragen: Martin Schönhart

Ressourcenmanagement – Weber: Nina Weber

Donau-Universität Krems: Yvona Asbäck

Technische Universität Wien: Michael Getzner



Diese Publikation sollte folgendermaßen zitiert werden:

Karner, K.; Weber, N.; Asbäck, Y.; Getzner, M.; Schönhart, M. (2024): Analyse der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen auf Biodiversität unter Berücksichtigung der vielfältigen naturräumlichen Standortvoraussetzungen in Österreich. Endbericht von StartClim2023.B in StartClim2023: Biodiversität, Klimakippeffekte und sozioökonomische Klimaindikatoren, Auftraggeber: BMK, BMWFW, Klima- und Energiefonds, Land Oberösterreich.

Wien, im September 2024

StartClim2023.B

Teilprojekt von StartClim2023

Projektleitung von StartClim:

Universität für Bodenkultur, Department für Wasser – Atmosphäre – Umwelt

Institut für Meteorologie und Klimatologie, Gregor-Mendel-Straße 33, 1190 Wien

www.startclim.at

StartClim2023 wurde aus Mitteln des BMK, BMWFW, Klima- und Energiefonds und dem Land Oberösterreich gefördert.

StartClim2023.B

Inhaltsverzeichnis

Danksagung	6
B-1 Kurzfassung.....	7
B-2 Abstract.....	8
B-3 Einleitung.....	9
B-4 Methoden.....	11
B-4.1 Vorgehensweise bei der Literaturanalyse.....	11
B-4.2 Ableitung und Entwicklung des Fragebogens	12
B-4.2.1 Einschätzung der Wirkungen	14
B-4.2.2 Skaleneffekte von PV-Freiflächenanlagen.....	14
B-4.2.3 Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegekonzepte.....	15
B-4.2.4 Standortspezifische naturschutzfachliche Ausbaumöglichkeiten für den Ausbau von für PV-Freiflächenanlagen potenziell in Frage kommende Lebensräume.....	15
B-4.2.5 Einstellungen der Expert:innen zum Ausbau von PV-Freiflächenanlagen	16
B-4.2.6 Angaben zu den Unsicherheiten und Erfahrungen	16
B-4.3 Erarbeitung von Empfehlungen und weiterführender strategischer Methoden der Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung multi-kriterieller Entscheidungsanalysen.....	16
B-5 Ergebnisse	19
B-5.1 Stand des Wissens basierend auf der Literatur.....	19
B-5.1.1 Säugetiere.....	19
B-5.1.2 Vögel	19
B-5.1.3 Bestäuber und andere Insekten	20
B-5.1.4 Reptilien und Amphibien.....	21
B-5.1.5 Bodenfauna	22
B-5.1.6 Mikroklima, Vegetation und Landschaftskontext	22
B-5.2 Ergebnisse der Expert:innen-Befragung	23
B-5.2.1 Deskriptive Statistik der Teilnehmer:innen	23
B-5.2.2 Einschätzungen zu den Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen.....	24
B-5.2.3 Einschätzungen zu den Skaleneffekte.....	33
B-5.2.4 Unsicherheiten der Bewertungen.....	34
B-5.2.5 Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen.....	37
B-5.2.6 Standortspezifische naturschutzfachliche Ausschlusskriterien	40
B-5.2.7 Einstellungen der Expert:innen zu PV-Freiflächenanlagen	42
B-5.2.8 Noch bestehende Wissenslücken.....	44
B-5.3 Weiterführende strategische Methoden der Entscheidungsfindung	44
B-6 Diskussion der Ergebnisse	47
B-7 Empfehlungen für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen	49

B-7.1 Allgemeine Empfehlungen aus Biodiversitätsperspektive.....	49
B-7.2 Standortspezifische Empfehlungen aus Biodiversitätsperspektive.....	50
B-8 Literatur.....	52
B-9 Anhang.....	56

Abbildungsverzeichnis

Abb. B-1: Übersicht über die in der Befragung abgegebenen Bewertungen zu den Wirkungen einer PV-Freiflächenanlage auf unterschiedliche Taxa und Habitate	7
Abb. B-2: Overview on the evaluation of the experts in the survey on impacts of a photovoltaic system on open spaces on different taxa / habitat	8
Abb. B-3: Beschreibung der Standard PV-Freiflächenanlage.....	13
Abb. B-4: Mögliche Skaleneffekte der Auswirkungen auf die Biodiversität bei Zunahme der Größe der PV-Freiflächenanlage.....	15
Abb. B-5: Übersicht über die angegebenen Biodiversitätsexpertisen (n=41, Mehrfachangaben waren möglich) 24	
Abb. B-6: Übersicht über die bewerteten Pflanzen- und Habitatkategorien, n=30.....	25
Abb. B-7: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien für alle angegebenen Pflanzen, Pilze und Habitate, Referenzflächen und Kulturlandschaftstyp, n=30	26
Abb. B-8: Bewertungen der Auswirkungen einer Standard PV-Freiflächenanlage je Pflanzen/Pilze/Habitate-Kategorie, n=30	26
Abb. B-9: Bewertungen der Relevanz von durch den PV-Freiflächenausbau verursachten Veränderungen (=Ursachen), in Bezug auf die Auswirkungen auf Pflanzen, Pilze und Habitate, n=30	27
Abb. B-10: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die Pflanzen, Pilze und Habitate, je nach Kategorie, n=30	28
Abb. B-11: Übersicht über die bewerteten tierischen Kategorien, n=21	29
Abb. B-12: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien für alle angegebenen Tierarten, Referenzflächen und Kulturlandschaftstyp, n=20. Anmerkung: Die Kategorie „Stark verbessert“ wurde abgefragt, fehlt in der Darstellung aber, weil sie nie gewählt wurde.....	30
Abb. B-13: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien je Tiertaxon, n = 20. Anmerkung: Die Kategorie „Stark verbessert“ wurde abgefragt, fehlt in der Darstellung aber, weil sie nie gewählt wurde.....	30
Abb. B-14: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die Tiere, n=20	31
Abb. B-15: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die genannten Tierartengruppen, n=21	32
Abb. B-16: Einschätzungen zu den Veränderungen der Auswirkungen auf die Biodiversität bei einer 6 ha großen PV-Freiflächenanlage im Vergleich zu einer 2 ha großen Anlage (1. Zeile) und im Vergleich zu drei 2 ha großen Anlagen (2. Zeile).....	33
Abb. B-17: Art der zunehmenden Auswirkungen auf die Biodiversität bei zunehmender Anlagegröße.....	34
Abb. B-18: Meinung der Befragten zur Anlagengröße von PV-Freiflächenanlagen	34
Abb. B-19: Eingeschätzte Unsicherheit der abgegebenen Bewertungen durch die Befragten (n= 35).....	35
Abb. B-20: Einschätzung der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlage auf Pflanzen, Pilze, Habitate, unterschieden nach Expertise-Unsicherheits-Faktor	36
Abb. B-21: Einschätzung der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlage auf Tiere, unterschieden nach Expertise-Unsicherheits-Faktor	37
Abb. B-22: Übersicht über den Grad der Zustimmung der Befragten zu einzelnen Aussagen bezüglich PV-Freiflächenanlagen, n = 29	43
Abb. B-23: Übersicht über die Auswirkungen je Pflanzen/Habitat/Pilz-Gruppe (n = 30)	56
Abb. B-24: Übersicht über die Auswirkungen je Tiergruppe (n=21).....	56

Tabellenverzeichnis

Tab. B-1: Schematische Darstellung: Entscheidungsmatrix zur Priorisierung der Eignungsflächen	18
Tab. B-2: Übersicht über die Bewertung der 21 naturschutzfachlichen Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen	38
Tab. B-3: Kommentare aus der Befragung zum Thema Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen	39
Tab. B-4: Übersicht über jene Standorte, die von mindestens 50% der Befragten als geeignet für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen eingestuft wurden (mit oder ohne Pflegekonzept), ausgenommen jener Standorte der Kategorie "Andere Lebensräume"	41
Tab. B-5: Übersicht über jene Standorte, die von mindestens 50% der Befragten als ungeeignet für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen eingestuft wurden.....	41
Tab. B-6: Empfehlungen für Eignungsflächen für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen.....	45
Tab. B-7: Prozentuelle Angaben der Befragten zur Einschätzung verschiedener Standorte bezüglich deren Eignung für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen (n=28).....	57

Danksagung

Bei der Antragstellung und Durchführung des Projektes unterstützten das Projektteam zahlreiche weitere Personen. Unser Dank gilt den Mitgliedern der "Capacity Building Gruppe" Florian Danzinger und Stefan Schindler vom Umweltbundesamt, Christa Hainz-Renetzeder, Bärbel Pachinger und Michael Obrietan von der Universität für Bodenkultur Wien. Weiters gilt unser Dank den beratenden Expert:innen Jana Petermann (Assoziierte Professorin des Fachbereichs Umwelt und Biodiversität an der Universität Salzburg), Gabriel Singer (Professor am Institut für Ökologie an der Universität Innsbruck), Thomas Drapela (Wissenschaftlicher Mitarbeiter am Forschungsinstitut für biologischen Landbau) und Simon Vitecek (Gruppenleiter am Wassercluster Lunz).

B-1 Kurzfassung

Die österreichische Bundesregierung hat gemäß Regierungsprogramm 2020-2024 das Ziel, bis 2040 Klimaneutralität in Österreich zu erreichen (Die neue Volkspartei, & Die Grünen, s.a.). Einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität soll der österreichweite Ausbau von Photovoltaikanlagen leisten. Es müssen voraussichtlich auch erhebliche Mengen an Freiflächen für den bevorstehenden Ausbau von Photovoltaikanlagen genutzt werden, um die energiepolitischen Ziele zu erreichen. Der Ausbau von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen stellt jedoch einen Eingriff in den Naturraum dar und kann die Biodiversität von sensiblen oder strukturreichen Standorten ungewollt negativ beeinflussen. Derzeit gibt es in Österreich kein bundesweit einheitliches Konzept, zur Planung und Administration des bevorstehenden Ausbaus von Photovoltaikanlagen auf Freiflächen im Hinblick auf den Biodiversitätserhalt österreichischer Lebensräume. Dieses Projekt erstellte daher eine umfassende Zusammenschau vorhandener Wissensgrundlagen. Dazu erfolgte eine Literaturrecherche und eine Expert:innen-Befragung. Die Erhebungen in diesem Projekt fokussierten sich auf PV-Freiflächenanlagen auf Grünlandstandorten. Die Ergebnisse aus Literaturrecherche und Expert:innen-Befragung lassen erwarten, dass Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen auf naturschutzfachlich sensibleren Standorten, auf die Biodiversitätsindikatoren "Pflanzen- bzw. Habitat-Vielfalt", und bezüglich der Indikatororganismengruppen "Vögel" und "Insekten allgemein" überwiegend negative Wirkungen haben. Hingegen lässt der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen auf intensiv genutzten Standorten / Regionen unter der Umsetzung eines standortangepassten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts auf dieselben Biodiversitätsindikatoren überwiegend Vorteile erwarten. Für einige der untersuchten Indikatororganismengruppen (z. B. Orchideen, Säugetiere, Schmetterlinge, Arthropoden, Spinnentiere) sind die Ergebnisse aus Literaturrecherche und Befragung entweder zu heterogen gestreut, oder bezüglich Bewertungskontext zu speziell gestaltet, um generalisierte Wirkungen ableiten zu können. Hierfür sind weiterführende repräsentative Untersuchungen empfehlenswert. Die Ergebnisse erlauben die Schlussfolgerung, dass für den Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen eine strategische Flächenplanung auf allen Ebenen der Raumplanung zu empfehlen ist. Um Biodiversitätswirkungen zu verbessern, sollten der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen immer unter Berücksichtigung standortangepasster naturschutzfachlicher Pflegemaßnahmen umgesetzt werden.

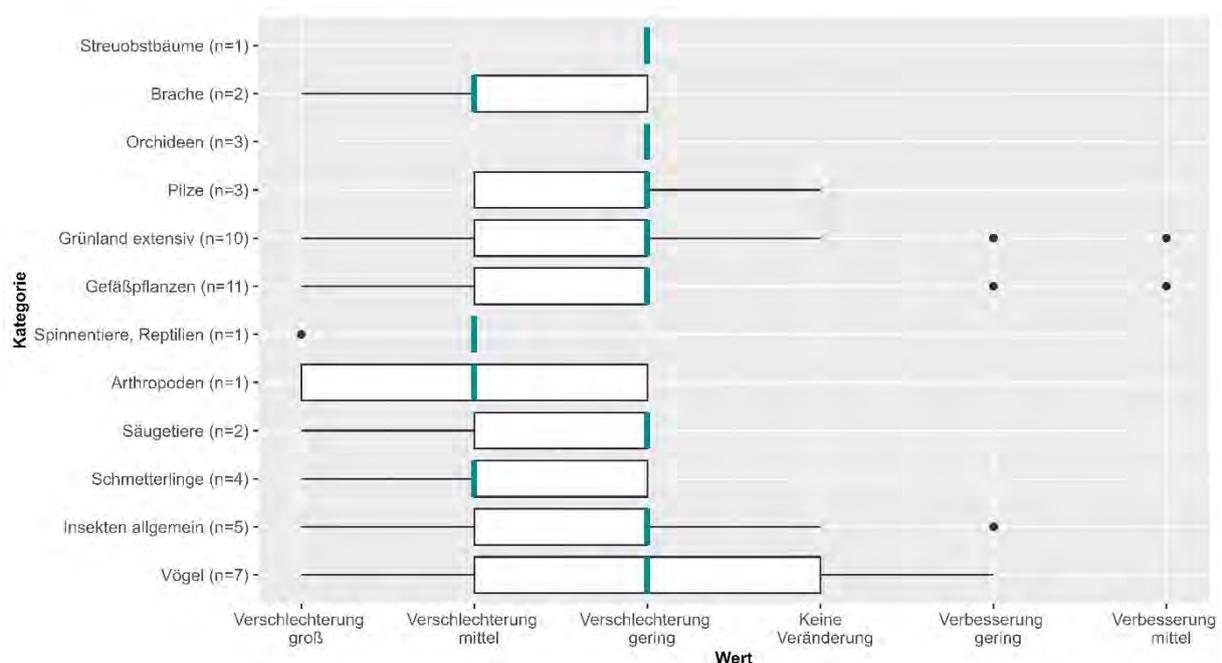


Abb. B-1: Übersicht über die in der Befragung abgegebenen Bewertungen zu den Wirkungen einer PV-Freiflächenanlage auf unterschiedliche Taxa und Habitate, Quelle: eigene Darstellung

B-2 Abstract

According to its government program, the Austrian federal government aims to achieve climate neutrality in Austria by 2040. A significant contribution to achieving climate neutrality is to be made by the expansion of photovoltaic systems throughout Austria. It is likely that considerable amounts of open spaces will also have to be used for the upcoming expansion of photovoltaic systems in order to achieve the energy policy goals. However, the expansion of photovoltaic systems on open spaces represents an encroachment on the natural environment and can have an unintended negative impact on the biodiversity of sensitive or structurally rich locations. There is currently no uniform nationwide concept in Austria for the planning and administration of the forthcoming expansion of photovoltaic systems on open spaces with regard to the conservation of biodiversity in Austrian habitats. This project therefore compiled a comprehensive overview of existing knowledge bases. To this end, a literature review and an expert survey were carried out. The surveys in this project focused on ground-mounted PV systems on grassland sites. The results of the literature research and expert survey suggest that the construction and operation of ground-mounted PV systems on sites that are more sensitive in terms of nature conservation have predominantly negative effects on the biodiversity indicators "plant and habitat diversity" and with regard to the indicator organism groups "birds" and "insects in general". On the other hand, the construction and operation of ground-mounted PV systems on intensively used sites / regions with the implementation of a site-adapted nature conservation maintenance concept can be expected to have predominantly positive effects on the same biodiversity indicators. For some of the investigated indicator organism groups (e.g. orchids, mammals, butterflies, arthropods, arachnids), the results from literature research and surveys are either too heterogeneously scattered or too specific with regard to the evaluation context to be able to derive generalized effects. Further representative studies are recommended for this purpose. The results allow the conclusion that strategic land use planning at all levels of spatial planning is recommended for the construction and operation of ground-mounted PV systems. In order to improve biodiversity effects, the construction and operation of ground-mounted PV systems should always be implemented taking into account site-adapted nature conservation measures.

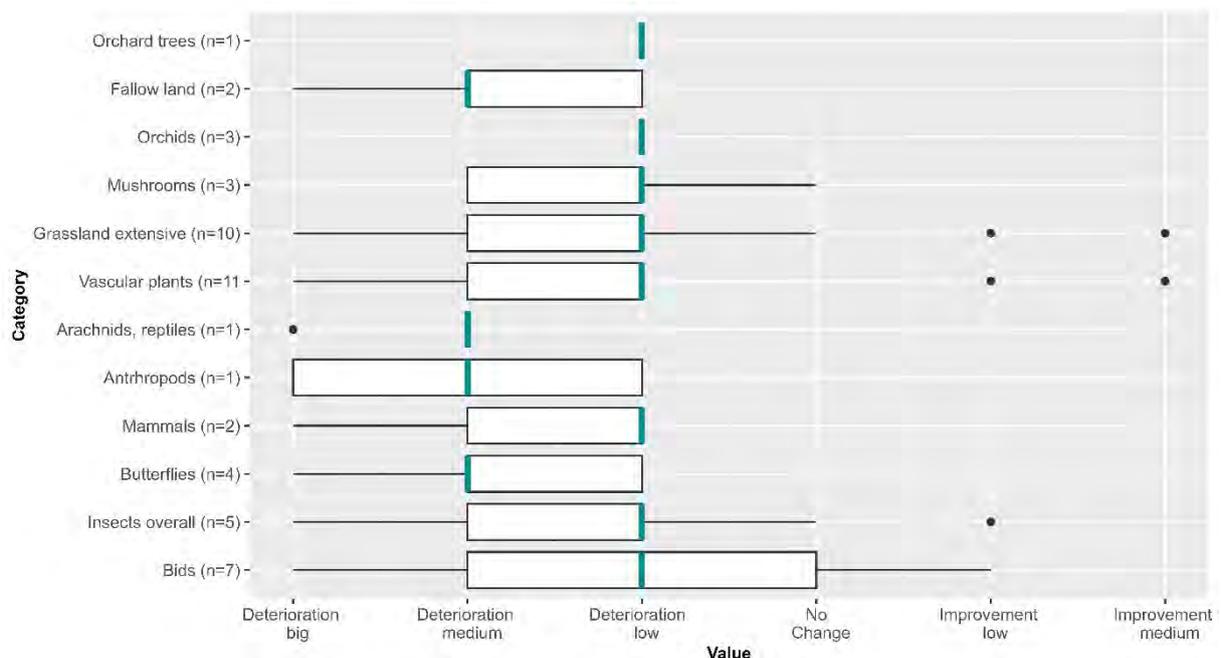


Abb. B-2: Overview on the evaluation of the experts in the survey on impacts of a photovoltaic system on open spaces on different taxa / habitat, source: own illustration

B-3 Einleitung

Im Übereinkommen von Paris (United Nations, 2015) wurde festgelegt, dass eine Klimaneutralität bis Mitte des 21. Jahrhunderts zu erreichen ist, um die globale Erwärmung auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen - ein Schwellenwert, der vom Weltklimarat als sicher eingestuft wird (z.B.: IPCC, 2018).

Nach Friedlingstein et al. (2022) betragen die weltweiten CO₂ Emission von fossilen Energieträgern ca. 90% der insgesamt menschlich produzierten CO₂ Emissionen. In Österreich wird aktuell ca. zwei Drittel des Energieverbrauchs durch fossile Energie gedeckt. Zudem tragen in Österreich aktuell Energieimporte knapp zwei Drittel zur Deckung des Bruttoinlandsverbrauchs an Energie bei, wobei in erster Linie Erdöl und fossiles Erdgas importiert werden (BMK, 2022).

Deswegen wurde auf Bundesebene in Österreich beschlossen, dass bis 2030 die Umstellung des Bruttoenergieendverbrauchs auf 100% erneuerbare Energien notwendig ist, um Klimaneutralität erreichen zu können (BGBl. I Nr. 150/2021, 2023). Das „Erneuerbare-Ausbau-Gesetz“ (EAG) bildet dafür den nationalen strategischen Rahmen (BGBl. I Nr. 150/2021). Einen wesentlichen Beitrag zum Erreichen der Klimaneutralität soll der österreichweite Ausbau von Photovoltaikanlagen leisten, deren jährliche Stromerzeugung bis 2030 gemäß Erneuerbarem Ausbau Gesetz auf 11 TWh (BGBl. I Nr. 150/2021, 2023) bzw. gemäß "NIP Szenario" des österreichischen Netzinfrastrukturplans sogar auf jährlich 21 TWh erhöht werden soll (BMK, 2024). Gemäß österreichischer Bundesregierung soll der Fokus des Ausbaus neben Gebäuden auch auf Deponieflächen sowie versiegelten und anderen degradierten Flächen liegen (BMK, 2020). Bisher durchgeführte Potenzialanalysen gehen davon aus, dass das Ziel von 11 TWh / bzw. 21 TWh voraussichtlich nicht allein durch den Ausbau von Photovoltaikanlagen auf den angeführten Flächenkategorien gedeckt werden kann (z.B. Mikovits et al., 2021; Fechner, 2020), sodass voraussichtlich auch Freiflächen für den bevorstehenden Ausbau von Photovoltaikanlagen genutzt werden müssen.

Der Ausbau von solchen PV-Freiflächenanlagen (also Photovoltaikanlagen auf Freiflächen) stellt jedoch einen Eingriff in den Naturraum dar und kann die Biodiversität von sensiblen oder strukturreichen Standorten ungewollt negativ beeinflussen (Mieritz et al., 2021). Es steht daher die Verbauung von Lebensräumen in Österreich unmittelbar bevor. Dies kann den fortschreitenden Verlust an Biodiversität beschleunigen. Trotz dieser potenziellen negativen Auswirkungen, gibt es für Österreich derzeit keine fundierten Analysen bzw. Strategien, um den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen österreichweit möglichst biodiversitätsschonend zu planen und voranzutreiben. Das heißt, es gibt in Österreich kein strategisches Konzept, welches den bevorstehenden Ausbau im Hinblick auf den Biodiversitätserhalt österreichischer Lebensräume plant.

Ziel dieses Projekts ist es, eine wesentliche Grundlagenarbeit zu leisten, um einen biodiversitätsschonenden Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in Österreich strategisch planbar und realisierbar zu machen. Konkret ist ein wesentliches Ziel des Projektes eine Wissensbasis zu den aktuell bestehenden Erkenntnissen zu den Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität in unterschiedlichen Lebensräumen und für unterschiedliche Taxa in Österreich zu schaffen. Dadurch möchten wir eine vorhandene Wissenslücke schließen.

Dazu wird im Projekt eine Literaturrecherche zu den in der Literatur beschriebenen Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität im Allgemeinen durchgeführt. In einem zweiten Schritt werden Biodiversitätsexpert:innen, die im Netzwerk Biodiversität (<https://www.biodiversityaustria.at/>) registriert sind, mittels eines umfangreichen Online-Fragebogens befragt. In einem dritten Schritt schafft das Projekt einen Überblick bezüglich weiterführender Bewertungsprozesse der strategischen Entscheidungsfindung. Es wird deren Machbarkeit in Hinblick auf eine Expert:innen -basierte Priorisierung von Lebensräumen für einen österreichweiten biodiversitätsfreundlichen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen analysiert und dargestellt.

Die Projektergebnisse sollen in einem zusammenfassenden Positionspapier des österreichischen Netzwerks Biodiversität (<https://www.biodiversityaustria.at/>) veröffentlicht werden.

Das Projektteam besteht aus Expert:innen, welche die für das Projekt relevanten Fachbereiche abdecken: Expert:innen der Fachbereiche Ökologie, Biologie, Landnutzung und Agrarökonomie, Landschaftsplanung & Raumplanung gewährleisten ein transdisziplinäres Projektdesign, welches es ermöglicht, Klima- und energiepolitischen Entwicklung im globalen und bundesweiten Kontext, unter gezielter Berücksichtigung der spezifischen regionalen Bedürfnisse der österreichischen Biodiversität zu analysieren und Gestaltungsprinzipien vorzulegen.

B-4 Methoden

B-4.1 Vorgehensweise bei der Literaturanalyse

Zu Beginn des Projekts wurde eine umfassende Literaturrecherche bezüglich der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Biodiversität in verschiedenen Habitaten durchgeführt. Die Literaturrecherche wurde mittels einer online Suche in "Google scholar" und "Semantic Scholar" durchgeführt. Zusätzliche Literatur wurde durch einen regelmäßigen (ca. monatlich stattfindenden) Wissensaustausch zwischen Fachkolleg:innen in einer für das Projekt eingerichteten "Capacity-Building Gruppe" akquiriert. In dieser Capacity-Building Gruppe waren Kolleg:innen des Umweltbundesamtes (Florian Danzinger, Stefan Schindler) und der Universität für Bodenkultur (Christa Hainz-Renetzeder, Bärbel Pachinger, Michael Obriejetan) neben den Projektmitarbeiter:innen des StartClim B Projektes. Um eine möglichst praxisnahe und angewandte Forschung am aktuellen Stand des Wissens zu garantieren, wurde zusätzlich zur wissenschaftlichen Fachliteratur auch "Graue Literatur" berücksichtigt, welche z. B. aktuelle Solar-, bzw. Energiestrategien der österreichischen Bundesländer enthält und bereits vorhandene Kriterienkataloge oder Leitfäden zur strategischen Flächenplanung, Wirkungsbewertung oder Entwicklung und Umsetzung von Naturschutzmaßnahmen berücksichtigt.

Bezüglich der Wirkung von PV-Freiflächenanlagen wurden folgende Kriterien für die Auswahl der zu berücksichtigende Literatur herangezogen:

- Es wurde nur Literatur bezüglich Wirkungsanalysen auf Photovoltaikanlagen berücksichtigt. Nicht berücksichtigt wurden Wirkungsanalysen bezüglich Solarthermieanlagen.
- Der Untersuchungsgegenstand wurde aufgrund der Komplexität der Fragestellung und der mannigfaltig möglichen Wirkungen auf Biodiversität, auf eine Wirkungsanalyse der Habitate / Lebensräume des Grünlandes begrenzt. Für die Wirkungsanalyse wurde daher nur Literatur ausgewählt, welche Wirkungsanalysen mit einem Bezug zum Grünland enthält. Ackerland, Agri-PV, Waldflächen oder Gewässerflächen sind nicht Gegenstand der Analyse oder der Literaturrecherche.
- Berücksichtigt wurde außerdem nur Literatur mit einem Österreich-Bezug oder Studien, welche unter vergleichbaren mitteleuropäischen Bedingungen durchgeführt wurden. Relevant für diese Auswahl waren sowohl vergleichbare klimatische als auch naturräumliche Voraussetzungen und Praktiken der Landnutzung im Grünland.
- Die Literatur wurde entsprechend vorhandener Wirkungsanalysen zu heimischer wildlebender Fauna, Flora und natürlichen / naturnahen Habitaten, ausgewählt. Nicht in der Literaturanalyse berücksichtigt wurden etwaige Wirkungsanalysen bezüglich domestizierter Arten, Kulturpflanzen oder naturfremder Lebensräume.

Die anhand der oben beschriebenen Kriterien ausgewählte Literatur wurde bezüglich temporärer und permanenter Effekte von Freiflächen-PV Anlagen auf Biodiversität analysiert. Zu diesen Effekten zählen insbesondere:

- Migration von Arten
- Änderungen des Futterhabitats und / oder Nahrungsquellen von Arten
- Reproduktionsleistung
- Überwinterungsmöglichkeiten,
- Populationsdynamik
- Genaustausch,
- Tötung / Verlust / Verdrängung von Individuen oder Populationen

- Skaleneffekte bei sich ändernder Größenordnung der untersuchten Anlagen

Die Ergebnisse der Literaturrecherche wurden schlussendlich entsprechend den Wirkungen auf die folgenden Gruppen gegliedert: Säugetiere, Vögel, Bestäuber und andere Insekten, Reptilien und Amphibien, Bodenfauna, Mikroklima, Vegetation und Landschaftskontext.

B-4.2 Ableitung und Entwicklung des Fragebogens

Auf Basis der Ergebnisse der Literaturrecherche wurde ein standardisierter Fragebogen für die österreichische Biodiversitätscommunity entworfen. Ergebnisse aus der Literaturrecherche zeigen, dass der Ausbau von PV-Freiflächenanlagen auf zuvor intensivlandwirtschaftlich genutzten Flächen in Kombination mit einem gezielten Flächenmanagement im Allgemeinen größtenteils Vorteile für Biodiversität mit sich bringen kann (z. B. BirdLife Österreich 2023a, Schlegel 2021, Blaydes 2021 - siehe auch Kapitel "Ergebnisse"), so dass bei der Befragung der Fokus auf Habitats des Grünlands, welche nicht intensiv landwirtschaftlich genutzt werden, gelegt wurde, da diese voraussichtlich ein höheres Konfliktpotenzial aufweisen. Die Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf Habitats des Extensiven Grünlands wurde bisher auch in geringerem Umfang in der Literatur untersucht. Die Fragebogenentwicklung war ein iterativer Prozess, bei dem Rückmeldungen einer eigens für dieses Projekt gegründeten "Capacity Building" Gruppe (bestehend aus dem Projektkonsortium, Wissenschaftler:innen der Universität für Bodenkultur und Mitarbeitern des Umweltbundesamts) und des StartClim Beirates berücksichtigt wurden. In einem Prätest trug ein kleiner Kreis an Expert:innen der österreichischen Biodiversitätscommunity bei. Im Folgenden wird der finale Fragebogen zur Datenerhebung beschrieben:

Im Fragebogen wird als Ausgangsbasis für die Befragung eine Standard PV-Freiflächenanlage beschrieben (Abb. B-3:). Darauf aufbauend, konnten die Befragten sich ihr Bewertungsszenario selbst auswählen, indem sie eine der folgenden Referenzflächen als Bewertungsreferenz festlegten, (also die von Ihnen zu bewertende Landnutzung vor der Errichtung der PV-Freiflächenanlage wählten):

- Alpiner Rasen
- Alpine Weide
- Artenreiche Fettwiese, Fettweide, Goldhaferwiese
- Brache und Sukzessionsfläche
- Einmähdige Wiese
- Extensive Weidefläche inkl. Hutweide
- Feuchtwiese
- Magerwiese
- Streuobstwiese
- Trockenrasen, Halbtrockenrasen
- Wiese mit drei Schnitten
- Wiese mit zwei Schnitten

- Sonstige Fläche.



- A: 30° Aufständigung
- 60% Überdeckung der Fläche
- B: Modulunterkante – Boden: 80 cm
- C: Ausrichtung Süd
- Mulchen – Mulch bleibt auf der Fläche
- Vorherige Landnutzung: Grünland bzw. Brachfläche
- Umzäunung vorhanden
- Ramm- oder Schraubfundamente (keine Betonfundamente)
- Gesamtversiegelungsgrad der Beanspruchten Fläche: ca. 2 % - 5 % der gesamten Projektfläche
- Größe: ca. 2 ha

Abb. B-3: Beschreibung der Standard PV-Freiflächenanlage, Quelle: eigene Darstellung

Zudem legten die Befragten den Landschaftskontext für die Bewertung fest:

- Almen, Bergmäher und Naturrasen der Subalpinen Stufe
- Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes
- Grünlanddominierte Landschaften der Hügelländer
- Grünlanddominierte Landschaften der Becken & Talböden
- Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau
- Weinbau dominierte Kulturlandschaften
- Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau
- Sonstiges:

Der Fragebogen deckte folgende inhaltliche Aspekte ab:

- Einschätzung der potenziellen Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf unterschiedliche Ebenen frei zu wählenden Taxa (landschaftsökologische Aspekte, strukturelle Vielfalt, Artenvielfalt, genetische Vielfalt), unterschieden nach:
 - Schutzgut: Tierische Organismen
 - Schutzgut: Pflanzen, Pilze und Habitate
- Skaleneffekte von PV-Freiflächenanlagen in Landschaften
- Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegekonzepte
- Standortspezifische naturschutzfachliche Ausbaumöglichkeiten (für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen potenziell in Frage kommende Lebensräume)
- Einstellungen der Expert:innen zum Ausbau von PV-Freiflächenanlagen.

B-4.2.1 Einschätzung der Wirkungen

Für das Schutzgut "Tierische Organismen" gaben die Befragten ihre Einschätzungen bezüglich der direkten Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf folgende Biodiversitätsaspekte ab: Migration, Futterhabitat, Reproduktionsleistung, Überwinterungsmöglichkeiten, Populationsdynamik inklusive Genaustausch, Tötung von Individuen (Rückgang der Individuenabundanz), Verdrängung oder Verlust der ausgewählten Taxa. Es konnte zwischen Verbesserung (gering, mittel, hoch), Verschlechterung (gering, mittel, hoch), keine Veränderung und "kann ich nicht bewerten" unterschieden werden. Zudem sollten die Befragten angeben, inwieweit spezifische Veränderungen, die durch die Standard PV-Freiflächenanlage verursacht werden, die angegebenen Auswirkungen auf das gewählte Taxon beeinflussen (Bewertung der Ursachen). Dazu konnte zwischen unbedeutend, kaum bedeutend, etwas bedeutend, ziemlich bedeutend und sehr bedeutend unterschieden werden bzw. "Kann ich nicht einschätzen". Die folgenden Veränderungen sollten bezüglich der indirekten Wirkungen für "Tierische Organismen" bewertet werden:

- Veränderte Belichtungsverhältnisse (z. B. vermehrte / veränderte Beschattung)
- Veränderten (Boden) Wasserhaushalt
- Veränderung des Substrats (Bodenverdichtung, evtl. Einbringung standortfremder Böden)
- Fragmentierung/ Zerschneidung der Landschaft (z. B. durch Umzäunung)
- Entfernung vorhandener Strukturen (z. B. Hecken, Bäume, Unebenheiten)
- Veränderte Nutzung der Fläche.

Für das Schutzgut "Pflanzen, Pilze, Habitate" waren zunächst die Auswirkungen der folgenden Biodiversitätsaspekte einzuschätzen: Temporäre Auswirkungen auf die Vegetation, Permanente Auswirkung auf die Vegetation, Auswirkungen auf lichtliebende Arten, Auswirkungen auf die Reproduktionsleistung, Auswirkungen auf den Genaustausch, Auswirkungen durch Verdrängung oder Verlust des ausgewählten Taxons. Zusätzlich sollten die indirekten Auswirkungen auf das Schutzgut "Pflanzen, Pilze, Habitate", welche durch die Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf verschiedene Umweltaspekte verursacht werden, eingeschätzt werden. Die zu bewertende Beeinflussung des Schutzguts durch Veränderung von Umweltaspekten betraf: Beeinflussung des Schutzguts durch Veränderung der Bodenstruktur, Veränderung des Wasserhaushalts, Veränderung der Nährstoffverhältnisse, Veränderung der Lichtverhältnisse, Besiedelung durch standortuntypische Arten, Besiedelung durch invasive Neophyten, Fragmentierung / Zerschneidung der Landschaft.

Sowohl für das Schutzgut "tierische Organismen" als auch für das Schutzgut "Pflanzen, Pilze, Habitate" konzentrierte sich die Wirkungsbewertung auf Habitate des Grünlands. Die Vorauswahl der zu bewertenden Biodiversitätsaspekte erfolgte unter Berücksichtigung der in UVP-Verfahren zum Zweck der Wirkungsbewertung üblicherweise angewendeten Leitfäden (RVS 04.01.11 "Umweltuntersuchungen" und RVS 04.03.15 "Artenschutz"). Diese Vorauswahl wurde anschließend in mehreren Feedbackschleifen in der "Capacity-Building" Gruppe (siehe Einleitung Kapitel B-4.2) für die endgültige Befragung (den endgültigen Fragebogen) weiterentwickelt.

B-4.2.2 Skaleneffekte von PV-Freiflächenanlagen in Landschaften

Um neben den Effekten der Standard PV-Freiflächenanlage auf einer einzelnen Fläche, auch die Effekte in einer Landschaft abzubilden, wurde ein optionaler Frageblock zu Skaleneffekten entwickelt. Die Befragten sollten zuerst einschätzen, ob die Auswirkungen auf das ausgewählte Taxon bei einer 6ha großen Standard PV-Freiflächenanlage größer, gleich oder kleiner sind als im Vergleich zur 2 ha großen. Als zweites wurde danach gefragt, in welcher Form die Auswirkungen zunehmen, falls größere Auswirkungen angegeben wurden (siehe Abb. B-4:). Es wurde unterschieden zwischen einer linearen Zunahme, einer starken Zunahme bis zu einer Sättigung und einer exponentiellen Zunahme.



Abb. B-4: Mögliche Skaleneffekte der Auswirkungen auf die Biodiversität bei Zunahme der Größe der PV-Freiflächenanlage, Quelle: eigene Darstellung

Zuletzt, wurden die Befragten gebeten anzugeben inwieweit sie den folgenden Aussagen zustimmen:

- "Ich bevorzuge den Bau von einer 6 ha großen Standard PV-Freiflächenanlage im Vergleich zu 3 PV-Freiflächenanlagen mit je 2 ha."
- "Ich bevorzuge eine Standard PV-Freiflächenanlage mit hoher Dichte zu errichten (z. B. mit hoher Flächenüberdeckung) und dafür in Summe weniger Fläche zu beanspruchen."

B-4.2.3 Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegekonzepte

Die Befragten sollten eine Vorauswahl, basierend auf 22 Maßnahmen zur Gestaltung und Pflege von PV-Freiflächenanlagen treffen, die negative Auswirkungen auf die Biodiversität minimieren bzw. positive Auswirkungen hervorrufen können. Diese Vorauswahl sollte anschließend gewichtet werden. Je mehr Punkte für eine Maßnahme vergeben wurden, desto wichtiger ist die Maßnahme um die Biodiversität auf Flächen mit PV-Freiflächenanlagen zu fördern. Die 22 Maßnahmen basierten größtenteils auf einer Analyse bereits vorhandener Maßnahmenkataloge und -leitfäden, welche hauptsächlich durch Expert:innen-Einschätzungen erarbeitet wurden (z. B.: Aytan 2022, Bayrisches Landesamt für Umwelt 2014, BirdLife Österreich 2023a, BSW & NABU 2021, Demuth et al. 2019, Hietel et al. 2021, KNE 2021a, Photovoltaic Austria 2022).

B-4.2.4 Standortsspezifische naturschutzfachliche Ausbaumöglichkeiten für den Ausbau von für PV-Freiflächenanlagen potenziell in Frage kommende Lebensräume

In diesem Abschnitt sollten die Befragten angeben, welche Standorte zum Ausbau für PV-Freiflächenanlagen im Allgemeinen geeignet sind. Wahlweise konnte angegeben werden, welche Standorte nur mit naturschutzfachlichen Gestaltungs- und Pflegekonzept geeignet sind bzw. welche Standorte gar nicht geeignet sind. Dazu wurde zwischen Kategorien von Grünland, Acker, Wald, Gewässer und Gewässerrandstreifen, anderweitig beeinflusste Lebensräume (z.B.: Altdeponien, Verkehrsnebenflächen), geschützte und schützenswerte Lebensräume & Arten unterschieden.

Die im Fragebogen vorgegebenen, zu bewertenden Standortkategorien, basieren auf einer Analyse vorhandener PV- bzw. Energiestrategien der österreichischen Bundesländer und zusätzlich verfügbarer, bereits vorhandener Kriterienkataloge und -leitfäden (welche größtenteils auf Basis von Expert:innen-Einschätzungen erarbeitet wurden (z.B.: Amt der NÖ Landesregierung 2023, Amt der OÖ Landesregierung 2022, Amt der Steiermärkischen Landesregierung 2021, Bauer et al. 2022, BirdLife 2023a, Blome et al. 2022, Dallhammer et al. 2020, Fend et al. 2023, KNE 2021b, Land Burgenland 2023, Land Kärnten 2021, Knoll et al. 2022, Photovoltaik Austria 2022, Preißlinger et al. 2020). Zusätzlich wurde bezüglich der vorgegebenen, zu bewertenden Standortkategorien im Fragebogen auch das Feedback der Capacity-Building Gruppe berücksichtigt.

B-4.2.5 Einstellungen der Expert:innen zum Ausbau von PV-Freiflächenanlagen

In diesem Abschnitt wurden die Befragten gebeten, anzugeben, ob und inwieweit sie den folgenden Aussagen auf einer 5-teiligen Likert Skala zustimmen:

- Biodiversitätsschutz ist wichtiger als Klimaschutz.
- PV-Freiflächenanlagen schädigen die Kulturlandschaft.
- Solange ökologische Begleitmaßnahmen gesetzt werden, sind PV-Freiflächenanlagen im Allgemeinen akzeptabel.
- Ich halte nichts davon, PV-Freiflächenanlagen zu installieren.
- PV-Freiflächenanlagen müssen zuerst auf beeinträchtigten Standorten umgesetzt werden, bevor in die Freifläche gegangen wird.
- PV-Freiflächenanlagen müssen zuerst auf Ackerland umgesetzt werden, bevor Grünlandbeansprucht werden.

Ziel dieses Abschnittes war es, neben den Einschätzungen der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität auch die persönlichen Einstellungen der Expert:innen zum Thema Ausbau von PV-Freiflächenanlagen zu untersuchen um so mögliche Verzerrungen der Ergebnisse durch strategische Antworten zu erkennen.

B-4.2.6 Angaben zu den Unsicherheiten und Erfahrungen

Die Befragten sollten angeben ob, bzw. inwiefern, sie sich bereits mit PV-Freiflächenanlagen aus Sicht der Biodiversität beschäftigt haben. Zur Auswahl standen: Literaturstudium zur Wirkung von Anlagen, Feldforschung, Sonstige Forschung, Biodiversitätsmonitoring, Planung und/oder Beratung zu Anlagenstandort, Gestaltung der Anlage und Bewirtschaftungsmaßnahmen, Verwaltung, Prüfung & Genehmigung, Politik, Zonierung, Interessenvertretung, Erarbeitung von Stellungnahmen oder Öffentlichkeitsarbeit, Sonstiges. Zudem sollten die Befragten angeben, mit welchen Unsicherheiten sie ihre eigenen Einschätzungen von Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität generell behaftet sehen (sehr hoch (1), hoch (2), mittel (3), gering (4), sehr gering (5), keine Angabe). Die Befragten sollten auch angeben wie sie die eigene Expertise, mit Relevanz zu Ihrem Fachgebiet, zu den Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität einschätzen (sehr hoch (1), hoch (2), mittel (3), gering (4), sehr gering (5), keine Angabe). Diese Angaben dienten in Summe dazu, die Bewertungen durch die Befragten in Hinblick auf etwaige Unsicherheiten einzuordnen.

Ein Prä-Test des Fragebogens wurde mit den Mitgliedern des Österreichischen Biodiversitätsrats durchgeführt. Nach Einarbeiten des Feedbacks wurde der Fragebogen im April 2024 an über 300 Mitglieder des „Netzwerks Biodiversität“ (<https://www.biodiversityaustria.at/netzwerk/>) versendet. Diese Einschränkung wurde bewusst gewählt, um die Qualität der Befragungsergebnisse möglichst hoch zu halten. Die Mitglieder dieses Netzwerks zeichnen sich durch eine hohe Expertise in diversen Bereichen der Biodiversitätsforschung und -verwaltung aus. Die Ergebnisse aus der Befragung wurden quantitativ und qualitativ ausgewertet, analysiert und schriftlich und visuell im Kapitel 5 aufbereitet.

B-4.3 Erarbeitung von Empfehlungen und weiterführender strategischer Methoden der Entscheidungsfindung unter Berücksichtigung multikriterieller Entscheidungsanalysen

Auf Basis der vorhandenen Literatur und den Ergebnissen der durchgeführten Erhebungen stellt sich die Frage, welche Bewertungsmethoden einerseits für konkrete PV-Freiflächenanlagen, andererseits für die räumliche Verortung (groß- und kleinräumig) zur Verfügung stehen, um die Vor- und Nachteile von PV-Freiflächenanlagen sowohl vornehmlich strategisch als auch für konkrete Standorte beurteilen

und abwägen zu können. Im vorliegenden Forschungsprojekt wird eine Abwägung von Standorten vor allem auf ihre fachliche Eignung unter Berücksichtigung mehrerer Dimensionen vorgenommen.

Grundsätzlich stehen für derartige Bewertungsaufgaben eine Reihe von ökonomischen und umweltplanerischen Bewertungsmethoden zur Verfügung, die sich insbesondere in Bezug auf die Einbeziehung von Strategien und rechtlichen Rahmenbedingungen sowie auf das Ausmaß der Quantifizierung und Monetarisierung der Wirkungen von konkreten Investitionen, Programmen oder Politiken beziehen. Skizzenhaft werden im Folgenden zwei Gruppen von Bewertungsmethoden herausgehoben (selbstverständlich ist eine vielfältige Reihe weiterer Bewertungs- und Evaluierungsmethoden verfügbar, auf die aus Platzgründen hier nicht eingegangen werden kann):

1. Die volkswirtschaftliche Nutzen-Kosten-Analyse ist eine spezifische Bewertungsmethode, die Investitionen (öffentliche Investitionen bzw. Investitionen, die wesentliche Wirkungen in Form externer Effekte oder auf öffentliche Güter entfalten), insbesondere im Bereich der Infrastrukturpolitik (z.B. technische Infrastrukturen wie Verkehrswege und Energieerzeugung; soziale Infrastrukturen, z.B. Bau neuer Universitätsgebäude), aus gesamtwirtschaftlicher Sicht betrachtet. Diese projektbezogene Perspektive wägt die volkswirtschaftlichen Nutzeffekte und Kosten eines Vorhabens in Form einer Investitionsrechnung ab. Eine Investition in eine PV-Freiflächenanlage könnte in dieser Art beurteilt werden, als Ergebnis könnte - unter Abwägung sämtlicher Nutzeffekte und Kosten (einschließlich eines Verlustes an Biodiversität oder agrarische Produktion) - eine Reihung von Alternativen auf Basis der Effizienz erfolgen. Überwiegen die Vorteile in Form der Nutzeffekte die Kosten in Form der nachteiligen Wirkungen, wären bestimmte Standorte oder Gruppen von Standorten anderen vorzuziehen.

2. In einer Multikriterienanalyse, die im Wesentlichen die gleichen Vor- und Nachteile von Alternativen anhand einer Wirkungsanalysen abwägt, stellt nicht die ökonomische Effizienz in das Zentrum der Bewertung, sondern bewertet (evaluiert) Projekte oder Politikalternativen entweder auf Basis einfacher Punkteschemata oder anhand der Erreichung von Zielen (Zielerfüllungsgraden). Hierbei wird darauf verzichtet, Wirkungen als Nutzeffekte und Kosten auszudrücken, wobei sich ein Gesamtbild von Bewertungen aus der Reihung von Alternativen nach deren Zielerfüllungsgraden ergibt. Über die Effizienz der Maßnahmen wird hierbei keine Aussage getroffen. Dennoch sind derartige Analysen vor allem bei Wirkungsdimensionen vorteilhaft, die entweder nur schwer monetarisierbar oder quantifizierbar sind, oder bei denen eine qualitative Analyse (z.B. Eignung bestimmter Flächen) eine wesentlich höhere Aussagekraft der Bewertung ermöglicht.

Qualitative Verfahren, wie sie im Folgenden und in Kapitel 5.3 vorgestellt werden, eignen sich in Besonderen für eine strategische Flächenauswahl bzw. -planung. Die Bewertung erfolgt hierbei nach einem Zielsystem mit entsprechenden Indikatoren. Im vorliegenden Forschungsprojekt wurde im Rahmen der Expert:innen-Erhebung ein entsprechendes Zielsystem für PV-Freiflächenanlagen und deren Verortung entwickelt und den befragten Expert:innen zur Überprüfung und Bewertung vorgelegt.

Grundsätzlich kann die Bewertung im Rahmen multikriterieller Verfahren auf eigenen Untersuchungen (einschließlich der Wirkungsanalyse) beruhen. Häufig werden in strategischen Verfahren aufgrund der fehlenden Genauigkeit konkreter Projekte Expert:innen-Einschätzungen (z.B. Delphi-Verfahren) erhoben - hierbei ist die Auswahl und Expertise der befragten Expert:innen (z.B. Wissenschaftler:innen mit einem entsprechenden wissenschaftlichen Kenntnisstand) von entscheidender Bedeutung. Neben der Bewertung vorgegebener Zielsysteme und Indikatoren kann zudem auch die Gewichtung der Ziele und Indikatoren zueinander im gesamten Bewertungsergebnis eine große Bedeutung erlangen. Expert:innen-Einschätzungen können auch bei der Gewichtung von Zielen und Indikatoren eine große Rolle spielen.

Auf Basis der Literaturrecherche und der durch die ergänzende Expert:innen-Befragung erzielten Ergebnisse wurden in der vorliegenden Untersuchung bezüglich der strategischen Flächenplanung und des naturschutzfachlichen Pflegekonzepts Empfehlungen gestützt auf Indikatorarten /

Artengruppen abgeleitet. Die Ableitung von Empfehlungen auf Basis von Indikatorarten lässt naturgemäß keine absolute Genauigkeit oder eine Abdeckung des gesamten Spektrums der Biodiversität zu. Diese Vorgehensweise dient jedoch dem Zweck, eine generalisierte, praxistaugliche Annäherung, basierend auf dem aktuellen Stand des Wissens, bezüglich möglichst breit gültiger Empfehlungen zur Standortwahl und zur Auswahl von Biodiversitätsmaßnahmen, zu erzielen. Wesentlich für die Erhöhung der Genauigkeit ist die Beschreibung des jeweiligen Indikators und des Weges, wie die Expert:innen in der Erhebung zu ihrer jeweiligen Einschätzung gekommen sind. Die Erhebung enthält solche Ausführungen im Detail, wobei die Befragten selbst gebeten wurden, mögliche Wirkungen hinzuzufügen und zu definieren, um ein möglichst breites Spektrum als Bewertungsdimensionen und Indikatoren zu erhalten.

Empfehlungen bezüglich standortspezifischer naturschutzfachlicher Ausschlusskriterien wurden direkt aus den Ergebnissen der Expert:innen-Befragung übernommen. Empfehlungen bezüglich Ausschlusskriterium betreffen jene Standorte, welche von über 50% der Befragten als Ausschlusskriterium definiert wurden. Empfehlungen bezüglich Eignungsflächen wurden hingegen unter Anwendung einer gewichteten Entscheidungsmatrix aus den Befragungsergebnissen abgeleitet, da die Bewertungen der Expert:innen nicht direkt auf potenzielle "Eignungsflächen" schließen lassen. Hierfür wurden die kumulierten Ergebnisse aus der Expert:innen-Befragung bezüglich der Angaben eines potenziell möglichen Ausbaus mit / ohne Pflegekonzept bzw. "kein Ausbau möglich" gewichtet und anschließend summiert (eine schematische Darstellung zur Vorgehensweise zeigt Tab. B-1:). Für alle Standorte mit einer summierten Bewertung über 0 wurden Empfehlungen bezüglich der Eignung zum PV-Freiflächenausbau abgegeben (inklusive Ausbau mit Pflegekonzept).

Tab. B-1: Schematische Darstellung: Entscheidungsmatrix zur Priorisierung der Eignungsflächen, Quelle: eigene Ergebnisse

Standort	Ausbau möglich 1	Ausbau mit Pflegekonzept 0.5	Kein Ausbau -1	Summe Bewertung nach Punkten
X	14	75	11	40,5
Y	14	57	21	21,5
N	11	71	14	32,5

Im letzten Schritt erfolgte ein Ausblick bezüglich offener Forschungsfragen und potenzieller Folgeprojekte. Insbesondere wurden hierfür auf Basis der im Projekt erarbeiteten Wissensgewinne Empfehlungen bezüglich einer weiterführenden strategischen Methode der Entscheidungsfindung abgegeben, durch welche die Ergebnisse der Befragung in einen konkreten planerischen Ansatz überführt werden können. Somit enthält die vorliegende Untersuchung wichtige Grundarbeiten zur Durchführung von multikriteriellen Bewertungsverfahren zu konkreten Standorten, die sich aus den Indikatoren der Eignung der Flächen ergeben.

B-5 Ergebnisse

B-5.1 Stand des Wissens basierend auf der Literatur

Insgesamt wurden durch die Literaturrecherche 42 Studien gefunden, welche bezüglich des Inhaltes und der Auswahlkriterien (siehe auch Kapitel "Methoden") relevant waren. Nach detaillierter Analyse der Studien bezüglich temporärer und permanenter Effekte von PV-Freiflächenanlagen auf Biodiversität, wurden letztendlich 24 Studien vom Projektteam als besonders relevant beurteilt und zur konkreten Darstellung des aktuellen Standes des Wissens ausgewählt.

B-5.1.1 Säugetiere

Herden et al., 2009 führten umfangreiche Untersuchungen zur Wirkung von Freiflächen PV-Anlagen in Bayern (Deutschland; sechs verschiedene Untersuchungsgebiete) bezüglich verschiedener Artengruppen durch. In Bezug auf die Vornutzung dominierten dabei Ackerflächen. Nach Herden et al. (2009) können Säugetiere PV-Freiflächenanlagen, insbesondere in der weniger störungsreichen Betriebsphase (also nach abgeschlossenem Bau der Anlage), prinzipiell als Lebensraum nutzen. Gegenstand der Untersuchungen von Herden et al. (2009) waren: Feldhasen, Rehe, Eichhörnchen, Füchse und Damhirsche. Aus Schutz vor Diebstahl oder Beschädigung werden PV-Freiflächenanlagen jedoch häufig eingezäunt, wodurch eine Barrierewirkung für Säugetiere entsteht. Daher sollte die Umzäunung von PV-Freiflächenanlagen eine Öffnung an der Zaununterkante aufweisen (ca. 10-20 cm), damit kleinere Säugetiere und auch mittelgroße Säugetiere wie Feldhasen Füchse oder Dachse passieren können. Das halten auch Demuth et al. (2019) in ihrem Planungsleitfaden für Freiflächen PV Anlagen für Deutschland fest. Im Fall der gegebenen Passierbarkeit können PV-Freiflächenanlagen aufgrund ungestörter oder extensivierter Vegetationsentwicklung und dem Fehlen einer mechanischen Bodenbearbeitung, insbesondere in intensiven landwirtschaftlich genutzten Regionen und unter der Voraussetzung eines angepassten Managementregimes, für Säugetiere grundsätzlich auch eine Aufwertung des Lebensraums bedeuten (z. B. Herden et al. 2009).

Bezüglich der Säugetiergruppe "Fledermäuse" kommen Tinsley et al. (2023) auf Basis einer Untersuchung von 19 PV-Freiflächenanlagen (inklusive Referenzflächen), in Süd-West-England, zum Schluss, dass sich PV-Freiflächenanlagen grundsätzlich negativ auf die Fledermausaktivität (Nahrungsaufnahme, Flugmuster) auswirken, was auf ein reduziertes Nahrungshabitat bzw. einen reduzierten Bewegungsraum aufgrund des Verbaus mit PV-Paneelen zurückgeführt wird. Zu ähnlichen Schlüssen kommen auch Barre et al. (2023) auf Basis von Felduntersuchungen im Rhone-Tal in Süd-Ost Frankreich. Jedoch konnten Tinsley et al. (2023) trotz verringerter Aktivität innerhalb der PV-Freiflächenanlagen, an den äußeren Grenzen der Anlagen, einen erhöhten Artenreichtum bezüglich Fledermäuse feststellen im Vergleich zu unverbauten Feldern.

B-5.1.2 Vögel

Eine umfassende Literaturstudie bezüglich der Effekte von PV-Freiflächenanlagen auf das Schutzgut "Vögel" wurde bereits von BirdLife Österreich (2023b) durchgeführt. BirdLife Österreich konzentrierte sich dabei auf mitteleuropäische Studien, wobei der größte Teil Studien aus dem Bundesland Deutschland betrifft. Auf Basis der analysierten Studien kommt BirdLife Österreich klar zum Schluss, dass die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen zur Veränderung von vor Ort vorhandenen Avizönosen führt. Nach BirdLife Österreich (2023b) hängen die Wirkungen auf das Schutzgut "Vögel" jeweils stark von der Ausgangsfläche und der jeweiligen Art ab. Abhängig von unterschiedlicher ökologischer Wertigkeit der Ausgangsflächen wurden gemäß BirdLife Österreich (2023b) folgende Wirkungszusammenhänge als durch Daten belegt und vorrausichtlich grundsätzlich übertragbar, identifiziert:

- Insofern keine seltenen oder gefährdeten Vogelarten durch den Bau einer PV-Freiflächenanlagen betroffen sind, kann davon ausgegangen werden, dass eine Ausgangsfläche mit intensiver landwirtschaftlicher Nutzung durch die Nutzung als PV-Freiflächenanlagen und inklusive eines gezielten Flächenmanagements bzw. der Anlage von Ausgleichsflächen (Freiflächen), eine ökologische Aufwertung erfährt.
- Auch die Umwandlung von vormals Ackerflächen in extensiv genutztes Grünland (PV-Freiflächenanlagen inklusive Freiflächen und breiten Reihenabständen, bzw. Freiflächen auch außerhalb der PV-Anlage) kann sich positiv auf die Diversität und Bestandsdichte der Avifauna auswirken.
- PV-Freiflächenanlagen, welche auf vormals bereits ökologisch hochwertigen Flächen errichtet wurden, weisen insbesondere dann eine hohe Artendiversität auf, wenn das weitere Umfeld der Ausgangsflächen ebenfalls ökologisch hochwertig und relativ ungestört ist (z. B. großräumiges, bereits seit längerem brach liegendes Militär- oder Abbaugelände).
- Grundsätzlich scheinen zentrale Bereiche größerer PV-Freiflächenanlagen eher artenärmer zu sein als die Randbereiche und die bebauten Bereiche werden im Vergleich häufiger zur Nahrungssuche, jedoch eher seltener als Brutplatz genutzt.

Gestützt werden diese Einschätzungen auch durch die Literatur z. B. von Kubelka et al. (2013) - Feldstudien aus Süd-Böhmen (Tschechische Republik), Montag et al. (2016) - Feldstudien aus Süd-England, oder Trötsch und Neuling (2013) - Untersuchungen auf PV-Anlagen in Brandenburg, Deutschland. Nach BirdLife Österreich (2023b) werden einige Arten durch die Bebauung mit PV-Modulen tendenziell verdrängt (z. B. Wachtelkönig, Raubwürger, Neuntöter, Wachtel). Hingegen werden für andere Arten neue Nistmöglichkeiten geschaffen, z. B. Bachstelze, Bluthänfling. Auch die Feldlerche, Braunkehlchen und Grauammer können in manchen Fällen die PV-Freiflächenanlagen besiedeln. In anderen Fällen gelang eine Wiederbesiedlung jedoch nicht. Zu ähnlichen Einschätzungen kamen auch z. B. Badelt et al. (2020) im Zuge einer Expert:innen Einschätzung für Niedersachsen, Deutschland, bzw. Heindl (2016) durch Monitoring einer PV-Freiflächenanlage in Demmin, Deutschland, und Lieder & Lumpe (2011) auf Basis von Felduntersuchungen in Thüringen, Deutschland.

Dullau und Zaplata (2022) gehen auf Basis von vergleichenden Felduntersuchungen zu unterschiedlichen Sukzessionsstadien in Lusatia, Deutschland, grundsätzlich davon aus, dass bodenbrütende Vogelarten und Vogelarten, deren Lebensraum lückige Vegetation betrifft, erfolgreich auch PV-Freiflächenanlagen, welche über ein naturschutzfachliches Pflegekonzept verfügen, besiedeln können. Hingegen werden Pionier-Vogelarten offener Lebensräume und Vogelarten, welche Übergänge zwischen Offenland und Wald nutzen, als ungeeignet für eine Besiedelung von PV-Freiflächenanlagen erachtet.

B-5.1.3 Bestäuber und andere Insekten

Blaydes et al. 2021 führten eine umfassende Literaturrecherche bezüglich für Insekten relevante Managementpraktiken auf PV-Freiflächenanlagen durch und bewerteten diese in Hinblick auf ihre Wirkungen auf Bestäuber. Der Fokus lag dabei auf Managementpraktiken für Nord-West Europa. Nach Blaydes et al. (2021) sind bezüglich des Vorkommens und der Vielfalt von Insektenarten / Insektenartengruppen die wichtigsten Faktoren: das Vorhandensein von Ressourcen für die Nahrungssuche und vorhandene Ressourcen für die Fortpflanzung.

Es gibt bereits einige Studien, welche die positiven Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf bestäubende Insekten in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen untersucht und nachgewiesen haben. Bestäubende Insekten haben gemeinsam, dass sie auf unterschiedliche Blühpflanzen angewiesen sind, um ihre Nahrungsansprüche und Ihren Energieverbrauch zu decken. Graham et al. (2021) kamen auf Basis von Feldstudien in Oregon, in den USA, zum Schluss, dass die

Bepflanzung von PV-Freiflächenanlagen mit Pollen und Nektar produzierenden Pflanzen, Lebensraum für bestäubende Insekten schafft. Biesmeijer et al. (2020) zeigten auf Basis einer Untersuchung von Wildbienenarten in den Niederlanden, dass auf dem untersuchten, ca. 39 ha großen Gelände der PV-Freiflächenanlage mehr Bienen vorkamen als in vergleichbaren konventionellen landwirtschaftlichen Flächen. Zur Erzielung dieser Ergebnisse wurden eine hohe Sonneneinstrahlung, genügend Raum zwischen den Paneelen und ein permanentes Blühangebot als entscheidend erachtet. Auf britischen PV-Freiflächenanlagen zeigten Parker und McQueen (2013), dass PV-Anlagen mit Wildblumeneinsaaten eine signifikant höhere Abundanz von Hummeln aufwiesen als die jeweiligen Kontrollflächen (Ackerflächen). Für PV-Anlagen mit beweideten Flächen ergab sich dies jedoch nicht. Zu den Gründen für positive Wirkungen in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen zählen: Die Erholung von Böden auf zuvor intensiv bewirtschafteten Flächen und somit die Wiederansiedlung von Tier- und Pflanzenarten, kein Einsatz von Pestiziden innerhalb von PV-Anlagen und ausreichend vorhandenes Futterangebot durch unterschiedliche Wildkräuter und Wildblumen. Auch bezüglich Tagfalter zeigten Untersuchungen einen positiven Zusammenhang zwischen der Häufigkeit von Tagfaltern und der botanischen Vielfalt (Blühmischungen) bzw. konnte ein Mehrwert von PV-Freiflächenanlagen im Vergleich zu den zumeist blühärmeren Kontrollflächen nachgewiesen werden (z. B. Badelt et al. 2020 / Feldstudien Deutschland, Montag et al. 2016 / Feldstudien England, Parker und McQueen 2013 / Feldstudien England).

Zu beachten ist bei den angeführten Studien und der Interpretation bezüglich positiver Auswirkungen, dass die Kontrollflächen zumeist entweder Ackerland oder intensiv genutztes Agrarland betrafen. Extensiv bewirtschaftete Kontrollflächen bzw. natürliche oder naturnahe Kontrollflächen waren in den angeführten Wirkungsanalysen nicht Untersuchungsgegenstand.

Bezüglich der Wirkungen auf Wasserinsekten kommen sowohl Herden et al (2009, Felduntersuchungen Deutschland) als auch Taylor (2019, Literaturstudien für Großbritannien) zur Einschätzung, dass eine Gefährdung bezüglich der Reproduktionsleistung von Wasserinsekten durch eine vermehrte Anziehungskraft von PV-Modulen und die daraus folgende Eiablage der Insekten auf den Modulen ausgehen kann.

Bezüglich der Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf Heuschrecken kommen Herden et al. (2009) auf Basis von Feldstudien in Deutschland zum Schluss, dass Heuschrecken sich tagsüber in den besonnten Bereichen aufhalten und durch die Module beschattete Streifen meiden. Außerdem kann nach Herden et al. (2009) dieser Beschattungseffekt durch Managementmaßnahmen (Mahd, Beweidung) überlagert werden. In Summe wird jedoch angenommen, dass aufgrund der teilweisen Beschattung und der dadurch vorhandenen unterschiedlichen Mikroklimata auf PV-Freiflächenanlagen, eine erhöhte Strukturvielfalt als in uniformen Lebensräumen vorherrscht, was vermutlich mehr Arten Platz bietet als strukturärmere Lebensräume.

Generell treten meist dann positive Auswirkungen auf Bestäuber, Heuschrecken, oder Laufkäfer auf, wenn die Ausgangsfläche der PV-Freiflächenanlagen zuvor ackerbaulich oder anderweitig intensiv landwirtschaftlich genutzt wurde und anschließend in Kombination mit der Nutzung durch PV-Anlagen als extensives Grünland bewirtschaftet wird. Von primär negativen Wirkungen auf die genannten Artengruppen kann dann ausgegangen werden, wenn eine PV-Anlage auf bereits bestehendem extensivem Grünland errichtet wird (Demuth et al., 2019 / Planungsleitfaden für Freiflächen PV Anlagen für Deutschland).

B-5.1.4 Reptilien und Amphibien

Bezüglich der Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf Reptilien und Amphibien gibt es bislang kaum quantitative Felduntersuchungen. Generelle Einschätzungen kommen jedoch zum Schluss, dass im Fall einer umweltgerechten Bewirtschaftung von PV-Freiflächenanlagen (extensives Grünland, kein Einsatz von Düngemittel, Blühpflanzen, vorhandener Strukturereichtum, große Panelabstände und vorhandener Ausgleichsflächen) den Lebensraumansprüchen von Reptilien nachgekommen wird

(Schlegel 2021 / Literaturstudien für Europa, Peschel et al. 2019 / Evaluierung von Monitoring Projekten für PV-Anlagen in Deutschland), wohingegen das ohne das oben erwähnte Managementregime nicht der Fall ist.

Generell sollte aufgrund der Bewirtschaftung als extensives Grünland bzw. dem häufigen Vorkommen von Blühpflanzen ein erhöhtes Aufkommen an Insekten in den PV-Freiflächenanlagen vorhanden sein, was ein gutes Nahrungsangebot für Reptilien, bzw. auch Amphibien, darstellt. Zusätzliche Naturschutzmaßnahmen sollten innerhalb der PV-Freiflächenanlagen ausreichend Struktureichtum herstellen, sodass Versteckplätze und Eiablagehabitate vorhanden sind. Ausgleichshabitate (Tümpeln) in Kombination mit einer Nutzung der PV-Anlagen ohne Düngemiteleinsetz schaffen die Voraussetzungen zur Anlage nährstoffarmer Amphibiengewässer (wohingegen das Vorkommen von Tümpeln in der aktuellen PV-Anlagen-Praxis eher die Ausnahme ist; siehe auch z. B. Peschel et al. 2019).

B-5.1.5 Bodenfauna

Bezüglich des Bodenlebens fehlen weitgehend umfassende repräsentative quantitative Studien. Eine Feldstudie aus Norditalien (mit je zwei Test- und Kontrollflächen) untersuchte die Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf die Vielfalt von Arthropoden im Boden. Menta et al. (2023), gehen davon aus, dass PV-Freiflächenanlagen einen signifikanten Einfluss auf die unterirdische Bodenfauna haben. Generell sei demnach ein negativer Einfluss unter den PV-Paneelen erkennbar, wohingegen in den Reihen zwischen den Paneelen ähnliche Verhältnisse vorherrschten als auf den Kontrollflächen. Der Einfluss von PV-Freiflächenanlagen auf die untersuchten Arthropoden sei nach Menta et al. (2023), jedoch auch wesentlich abhängig von dem Managementregime der jeweiligen PV-Anlagen. Nach Lambert et al. (2023), welche Felduntersuchungen in Südfrankreich durchführten, ist sowohl die Abundanz der Bodenmesofauna als auch die Biomasse von Pilzen und gramnegative Bodenbakterien unter den Paneelen reduziert, was demnach auf das vorherrschende Mikroklima unter den Paneelen zurückzuführen sei.

B-5.1.6 Mikroklima, Vegetation und Landschaftskontext

Armstrong et al. (2016) untersuchten die Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf das Mikroklima in PV-Freiflächenanlagen im Vergleich zu Kontrollflächen im artenreichen Grünland in Großbritannien und stellten Zusammenhänge bezüglich der in den PV-Anlagen vorhandenen Vegetation her. Nach Armstrong et al. (2016) entstehen durch die PV-Anlagen saisonale und tageszeitliche Schwankungen des Luft- und Bodenmikroklimas. Im Sommer zeigte sich im Vergleich zu den Flächen zwischen den Paneelen und den Kontrollflächen vermehrte Auskühlung und Austrocknung unter den PV-Paneelen und im Winter waren die Flächen zwischen den Paneelen vermehrt kühler als die Flächen unter den Paneelen. Armstrong et al. (2016) beobachteten eine geringere Pflanzenbiomasse und Artenvielfalt unter den Paneelen, was sowohl auf das vorherrschende Mikroklima als auch auf das Managementregime zurückzuführen sei. Auch Lambert et al. (2023) folgerten im Zuge von Feldstudien in Südfrankreich, dass die Artenzusammensetzung der Vegetation jedenfalls unter den Paneelen stark verändert sei. Zwischen den Paneelen wurde die Vegetation durch variierende Temperaturen und Niederschlagsmengen geprägt. Da diese klimatischen Schwankungen unter den Paneelen im Vergleich generell niedriger seien, wurde auf eine homogenisierende Wirkung des Mikroklimas unter den Paneelen bezüglich der Zusammensetzung der Pflanzengemeinschaft unter den Paneelen geschlossen. Aufgrund dieser beschriebenen Effekte folgerten Lambert et al. (2023), dass PV-Freiflächenanlagen in Regionen mit naturnahem Grünland zu einer generellen Abnahme von Pflanzen- und Bodendiversität führen. Auch Uldijan et al. (2022) untersuchten Zusammenhänge zwischen dem variablen Mikroklima in PV-Freiflächenanlagen und der Pflanzenkomposition. Auch auf Basis der Felduntersuchungen von Uldijan et al. (2022) in der

Tschechischen Republik wurde auf variierende Zusammensetzungen von Pflanzengesellschaften unterhalb und zwischen den PV-Paneeelen geschlossen. Uldijan et al. (2022) kamen zum Schluss, dass unter den Paneelen vermehrt einjährige Gräser und Pflanzen zu finden seien, und zwischen den Paneelen vermehrt mehrjährige Gräser bzw. Pflanzen vorkamen. Im Unterscheid zu den Schlussfolgerungen von Lambert et al. (2023) folgerten Uldijan et al. (2022) jedoch aufgrund der kleinteiligen Verzahnung verschiedener Pflanzensammensetzungen auf einen wichtigen Beitrag zu Pflanzendiversität und schlossen, dass insbesondere in landwirtschaftlich genutzten Regionen PV-Freiflächenanlagen somit einen wichtigen Beitrag zur Vielfalt der Vegetation leisten.

Schlegel (2021) folgte auf Basis der für Mitteleuropa vorhandenen Literatur und der unterschiedlichen jeweils vom Landschaftskontext abhängigen Schlussfolgerungen, dass generell in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen durch den sachgerechten Betrieb von PV-Freiflächenanlagen (inklusive der Umsetzungen von grundlegenden Umwelt- und Naturschutzmaßnahmen) potenziell eher Vorteile für die Pflanzenvielfalt gegeben sind. PV-Freiflächenanlagen, welche hingegen auf extensiven Grünlandflächen errichtet werden, sollen demnach potenziell Nachteile für die Pflanzenvielfalt mit sich bringen.

B-5.2 Ergebnisse der Expert:innen-Befragung

B-5.2.1 Deskriptive Statistik der Teilnehmer:innen

Insgesamt haben 72 Personen den Fragebogen teilweise ausgefüllt. 29 Personen haben den Fragebogen vollständig ausgefüllt. 41 Teilnehmer:innen haben verwendbare Bewertungen abgegeben. Die nachfolgenden Beschreibungen der Teilnehmer:innen beziehen sich nur auf jene, die den Fragebogen vollständig ausgefüllt haben (für die anderen liegen diese Daten nicht vor).

27 dieser Personen haben einen Universitätsabschluss, eine Person einen Maturaabschluss und eine Person hat einen Pflichtschulabschluss mit relevanten Zusatzausbildungen. Von den 29 Personen arbeiten 13 in der Wissenschaft, 4 im Bildungssektor, 4 bei NGOs, 3 in der Verwaltung und 2 in Planungsbüros. Eine Person arbeitet sowohl in der Wissenschaft, als auch in einer NGO, eine Person gab an, in einer Agentur zu arbeiten und eine Person ist pensioniert, arbeitete aber vormals in der Wissenschaft. 21 Personen identifizierten sich als männlich, 7 als weiblich und eine als divers. Die nachfolgende Abb. B-5: zeigt, welche Biodiversitätsexpertise die 41 Personen, die den Fragebogen verwertbar ausgefüllt haben, angegeben haben (Doppelnennungen waren möglich).

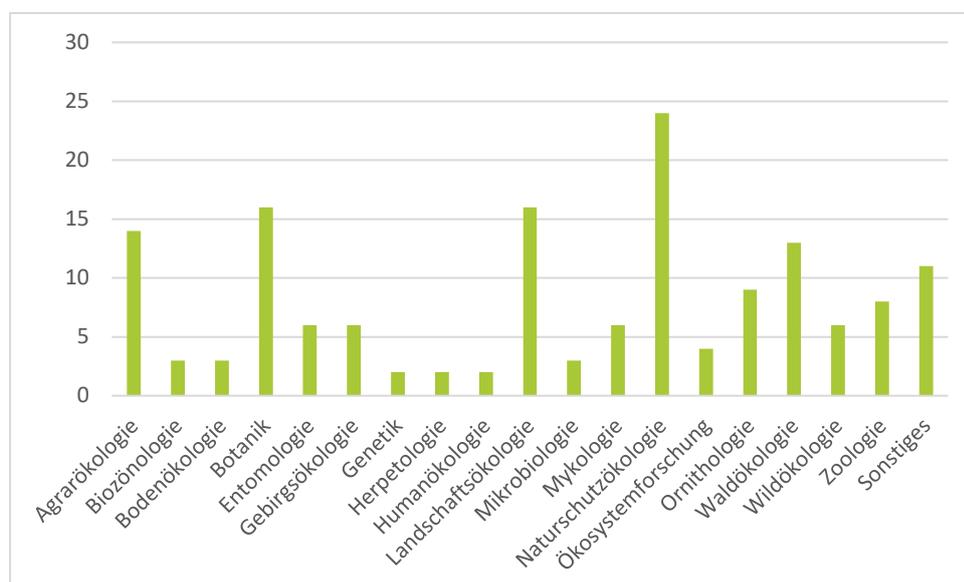


Abb. B-5: Übersicht über die angegebenen Biodiversitätsexpertisen (n=41, Mehrfachangaben waren möglich),
Quelle: eigene Darstellung

B-5.2.2 Einschätzungen zu den Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen

B-5.2.2.1 Pflanzen, Pilze und Habitate

27 Befragte bewerteten die Auswirkungen auf unterschiedliche, von den Befragten selbst zu definierende, Habitate, Pflanzen- und Pilzarten bzw. Artengruppen. In Summe wurden 30 Bewertungen in der Auswertung berücksichtigt (Mehrfachbewertungen waren möglich). Die von den Befragten selbst festgelegten Bewertungsinhalte sind in den nachfolgenden Sätzen dargestellt und wurden für die Auswertung des Fragebogens, gemäß Abb. B-4 zu übergeordneten Kategorien zusammengefasst. Für die Darstellung und Auswertung der Befragungsergebnisse wurden Angaben der Befragten bezüglich der Habitate: "Feuchtwiesen", "Magerwiesen", "Halbtrockenrasen", "Trockenrasen", "Glatt- und Goldhaferwiesen" bzw. "extensives Grünland", in der übergeordneten Kategorie "Grünland extensiv" zusammengefasst. Außerdem wurden Angaben der Befragten bezüglich "Blühpflanzen", "Pflanzen" und "Gefäßpflanzen in der übergeordneten Kategorie Gefäßpflanzen" zusammengefasst. Die Befragten konnten auch die von ihnen zu bewertenden Referenzflächen spezifizieren, d.h. wie die Fläche vor Errichtung der Standard PV-Freiflächenanlagen genutzt wurde und in welchem Kulturlandschaftstyp diese liegt. Die folgenden Referenzflächen wurden hierfür öfter als einmal ausgewählt: Magerwiesen (n=6), Trocken- und Halbtrockenrasen (n=5), Brachen (n=5), Einmähdige Wiese (n=3), Extensive Weidefläche (n=2), Streuobstwiese (n=2) und Feuchtwiesen (n=2). Die Befragten konnten auch den übergeordneten Landschaftskontext, für welchen ihre Bewertung Gültigkeit hat, spezifizieren: Für die Berücksichtigung der Auswirkungen einer Standard PV-Freiflächenanlage im übergeordneten Landschaftskontext wurden von den Befragten die folgenden Kulturlandschaftstypen öfter als einmal festgelegt: Grünlanddominierte Landschaften der Hügelländer (n=10), Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau (n=5), Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau (n=4), Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes (n=3), Grünlanddominierte Landschaften der Becken & Talböden (n=3) und Weinbau dominierte Kulturlandschaften (n=3). Aufgrund der Anzahl der abgegebenen Bewertungen und deren Heterogenität betreffend die bewerteten Taxa, Referenzflächen bzw. Kulturlandschaftstypen, sind sämtliche Ergebnisse aus dem Fragebogen als singuläre Expert:inneneinschätzungen zu interpretieren. Eine statistische Repräsentativität ist durch die Fragebogenergebnisse somit nicht gegeben und wurde auch nicht angestrebt (es geht um die fachliche Einschätzung, weniger um eine Repräsentativität im statistischen Sinn)..

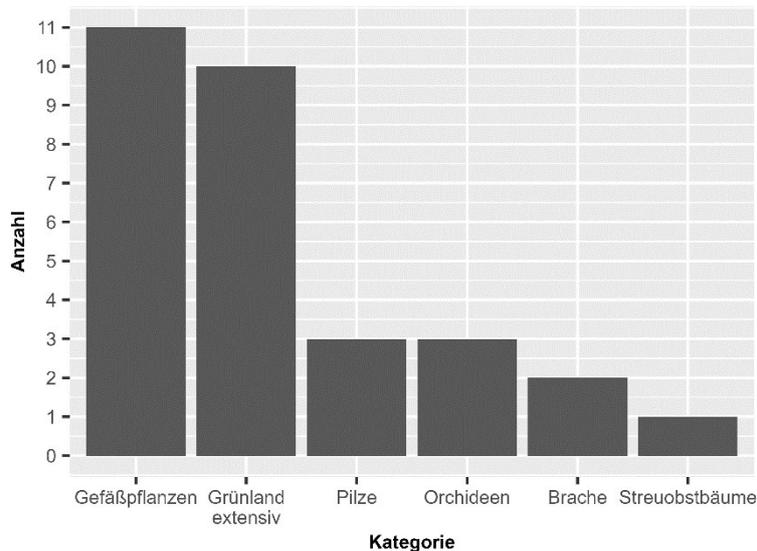


Abb. B-6: Übersicht über die bewerteten Pflanzen- und Habitatkategorien, n=30, Quelle: eigene Darstellung

Aufgrund der Stichprobenanzahl ist eine grafische Darstellung je Taxon, Referenzfläche und Gebiet nicht sinnvoll. Die Abb. B-7: bietet einen Überblick über alle Bewertungen gemäß der im Fragebogen vorgegebenen Wirkungskategorien und Abb. B-8: je Pflanzen/Pilz/Habitat-Kategorie. Die Wirkungen wurden immer mittels einer Boxplot-Grafik dargestellt. Diese ist wie folgt zu lesen: Die farbige (türkise, blaue oder schwarze) vertikale Linie stellt den Median dar. Die Box zeigt das erste und dritte Quartil, also den Bereich von 25-75% aller Bewertungen und umfasst daher 50% aller Daten. Die Linie links von der Box stellt also alle Daten des ersten Quartils dar (bis 25%). Die Linie rechts von der Box stellt alle Daten des letzten Quartils (ab 75%) dar. Ganz links ist daher das Minimum und ganz rechts das Maximum dargestellt. Wie in Abb. B-7: ersichtlich ist, wurde von den Befragten im Median angegeben, dass sich durch den Bau und Betrieb der Standard PV-Freiflächenanlage die Wirkungskategorien "Genaustausch", "Wirkung auf lichtliebende Arten", "permanente Auswirkungen auf die Vegetation", "Reproduktionsleistung" und "Verlust von Taxa", gering verschlechtern. Hingegen wurde für die Wirkungskategorie "temporäre Auswirkungen auf die Vegetation" eine mittlere Verschlechterung im Median angegeben. In Summe variierten die meisten Angaben zwischen geringer und mittlerer Verschlechterung. Beispielsweise wurden die meisten Wirkungskategorien bei den Gefäßpflanzen, und Orchideen im Speziellen, als geringe Verschlechterung eingestuft (Abb. B-8: bzw. Abb. B-23:). Die meisten Wirkungskategorien bezüglich der Bewertungsgegenstände Brache, Grünland-extensiv und Pilzen wurden zwischen geringe und mittlere Verschlechterung eingestuft. Die Befragten haben jedoch die Bedeutung des Mulchens, wie es in der Standard PV-Freiflächenanlage spezifiziert wurde, hervorgehoben (Zitat aus der Befragung, id=88): *"Mulchen hat sehr negative Auswirkungen auf die Artendiversität bei Pflanzen, kein Nährstoffentzug, keine Entwicklung einer Moosschicht, auch Gefahr von zusätzlicher Bodenverdichtung. Das gilt für praktisch alle Referenzflächen"*. Im Anhang sind die Auswirkungen zusammengefasst je Pflanzen/Habitat/Pilz-Gruppe dargestellt.

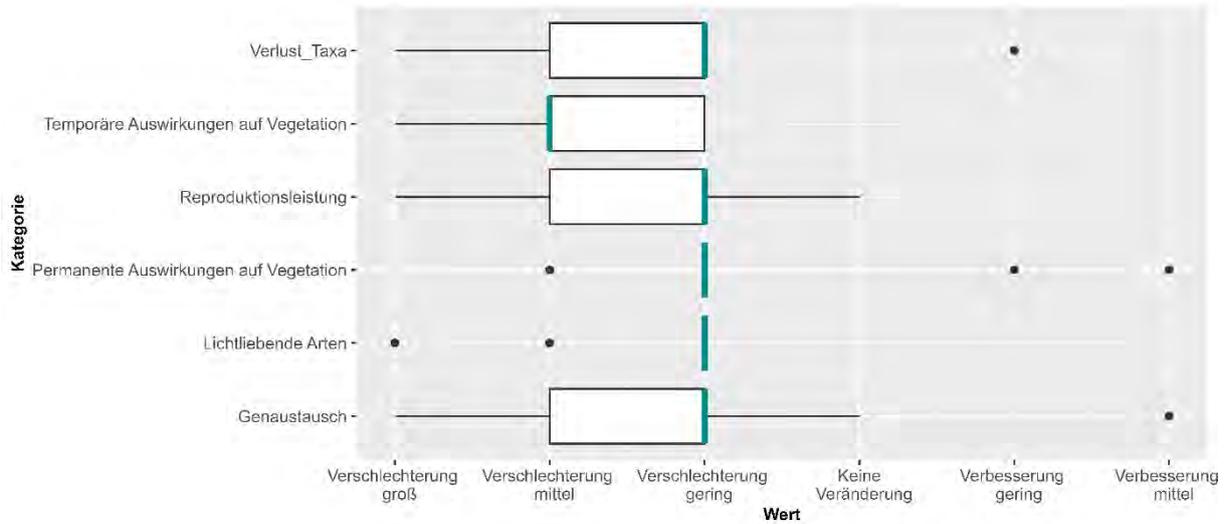


Abb. B-7: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien für alle angegebenen Pflanzen, Pilze und Habitats, Referenzflächen und Kulturlandschaftstyp, n=30. Quelle: eigene Darstellung

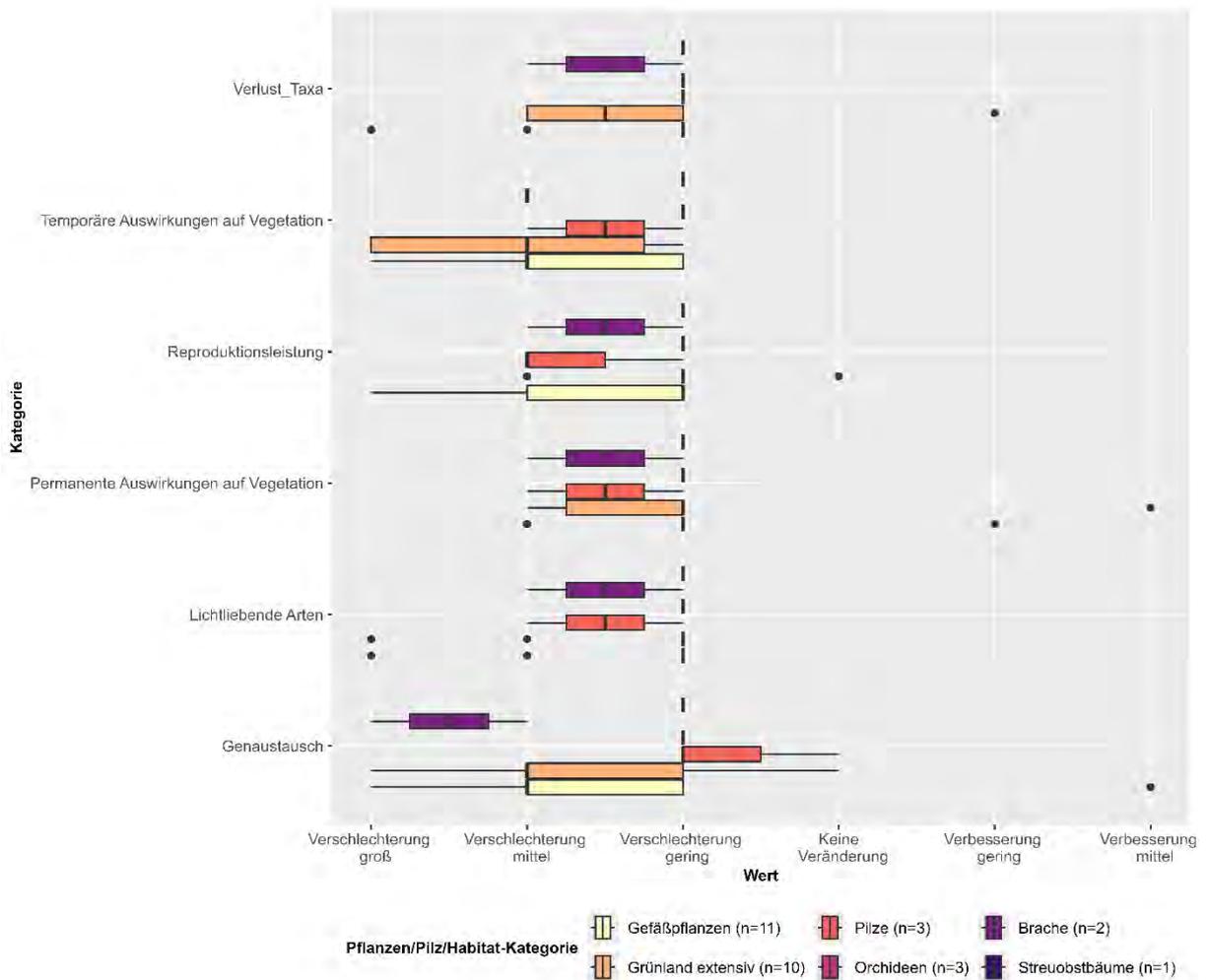


Abb. B-8: Bewertungen der Auswirkungen einer Standard PV-Freiflächenanlage je Pflanzen/Pilze/Habitats-Kategorie, n=30, Quelle: eigene Darstellung

Die Befragten schätzten auch ein, welche Veränderungen (also welche konkreten Ursachen) die Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen auf Pflanzen-, Pilze- und Habitate besonders beeinflussen. Abb. B-9: zeigt eine Übersicht über alle berücksichtigten Bewertungen.

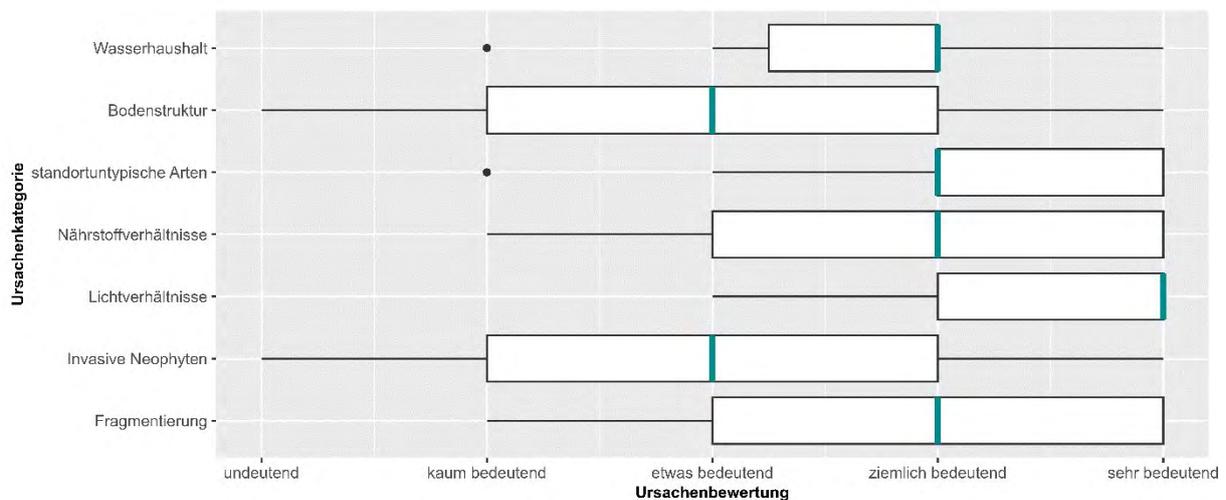


Abb. B-9: Bewertungen der Relevanz von durch den PV-Freiflächenausbau verursachten Veränderungen (=Ursachen), in Bezug auf die Auswirkungen auf Pflanzen, Pilze und Habitate, n=30, Quelle: eigene Darstellung

Wie ersichtlich ist, ist die Bandbreite über die abgegebenen Bewertungen größer im Vergleich zur Bewertung der Wirkungen. "Veränderte Lichtverhältnisse" wurden im Median als "sehr bedeutend" für die negativen Auswirkungen auf Pflanzen, Pilze und Habitate eingeschätzt. Als "ziemlich bedeutend" wurden der "veränderte Wasserhaushalt", die "Einbringung von standortuntypischen Arten", "veränderte Nährstoffverhältnisse" und die "Fragmentierung der Fläche" eingestuft. Als "etwas bedeutend" wurden "veränderte Bodenstruktur" und die "Besiedelung durch invasive Neophyten" eingestuft. Unterschiede zwischen der Ursachenbewertung bezüglich der unterschiedlichen genannten Taxa sind beispielsweise, dass eine Veränderung der Bodenstruktur bei der Bewertung bezüglich des Grünlandes extensiv als "kaum bedeutend", jedoch bei der Bewertung bezüglich Gefäßpflanzen als "etwas bedeutend", im Median eingestuft wurden. Die "Besiedelung durch standortuntypische Arten" wurde bezüglich Pilze als "sehr bedeutend" eingestuft. Die "Veränderung der Nährstoffverhältnisse" wurde bei den Orchideen als eine "etwas bedeutende" Ursache für eine geringe Verschlechterung (für alle Wirkungskategorien im Median) eingestuft. Als "ziemlich bedeutende" Ursache wurde beispielsweise die "Besiedelung durch invasive Neophyten" bei den Orchideen im Median genannt. "Fragmentierung" wurde im Median bei den Gefäßpflanzen und den Brachen als eine "etwas bedeutende" Ursache für eine geringe/mittlere Verschlechterung eingestuft. Allgemein ist die Bandbreite der Einschätzungen zu den Ursachen für die bewerteten Wirkungen durch PV-Freiflächenanlagen bei manchen Kategorien, vor allem bei den Gefäßpflanzen, sehr breit (siehe Abb. B-10:). Beim Grünland extensiv ist die Bandbreite der Einschätzungen insbesondere beim Wasserhaushalt (Wiese mit zwei Schnitten- kaum bedeutend oder Magerwiese- ziemlich bedeutend), aber auch bei den Nährstoffverhältnissen oder invasiven Neophyten eher groß. Insbesondere die Ursachen "Besiedelung durch standortuntypische Arten" und "veränderte Lichtverhältnisse" wurden für alle Taxa / Habitate / Artengruppen mit "ziemlich bedeutend" bis "sehr bedeutend" bewertet.

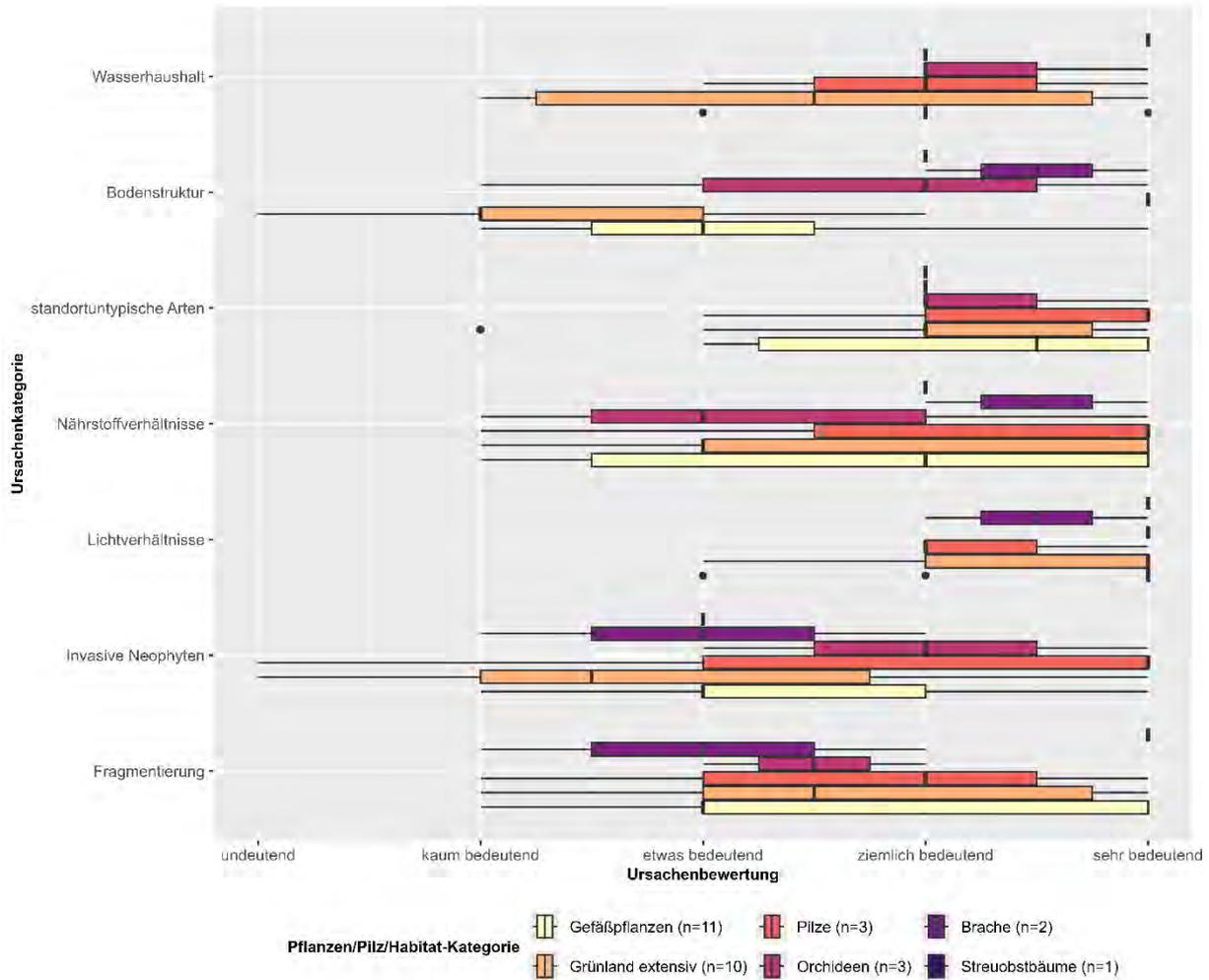


Abb. B-10: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die Pflanzen, Pilze und Habitate, je nach Kategorie, n=30, Quelle: eigene Darstellung

B-5.2.2.2 Tiere

Die Befragten gaben auch Bewertungen zu den Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Tiere ab, die zusammengefasst in Abb. B-11: dargestellt sind. Es wurden unter anderem Bewertungen für Vögel (n=7, z.B. Wachtel, Singvögel), Insekten (n=5, z.B. Bestäuberinsekten, Insekten allgemein), Schmetterlinge (n=4) und Säugetiere (n=2, Wildtiere und Feldhasen) abgegeben. Insgesamt wurden 20 Bewertungen in der Auswertung der Befragung berücksichtigt. Die folgenden Referenzflächen wurden hierfür öfter als einmal ausgewählt: Brache (n=7), Wiese mit zwei Schnitten (n= 3), Magerwiesen (n=3) und Streuobstwiesen (n =2). Die folgenden Kulturlandschaftstypen wurden für die Bewertung öfter als einmal ausgewählt: Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau (n=8), Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes (n= 4), Grünlanddominierte Landschaften der Hügelländer (n= 4), Almen, Bergmäher und Naturrasen der Subalpinen Stufe (n=2).

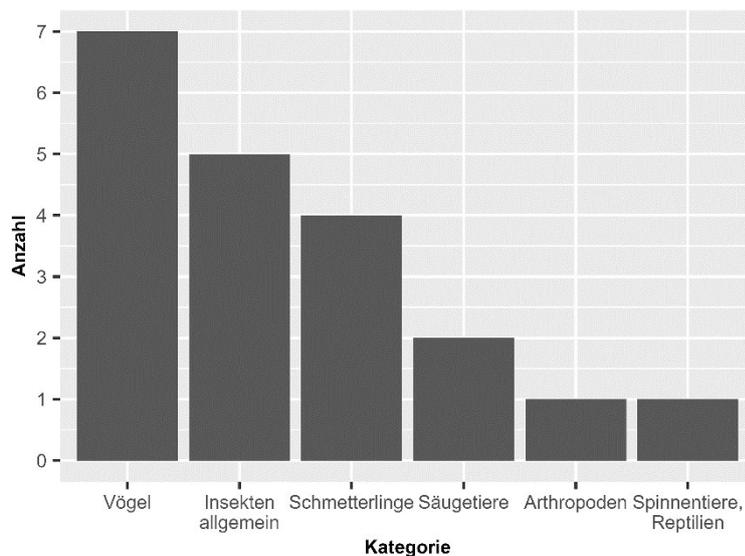


Abb. B-11: Übersicht über die bewerteten tierischen Kategorien, n=21, Quelle: eigene Darstellung

Bezüglich der Auswirkungen einer Standard PV-Freiflächenanlage auf Tiere bietet die Abb. B-12: einen Überblick, hinweg über Arten, Referenzflächen und Kulturlandschaftstypen. Die Wirkungen wurden immer mittels einer Boxplot-Grafik dargestellt. Diese ist wie folgt zu lesen: Die farbige (türkise, blaue oder schwarze) vertikale Linie stellt den Median dar. Die Box zeigt das erste und dritte Quartil, also den Bereich von 25-75% aller Bewertungen und umfasst daher 50% aller Daten. Die Linie links von der Box stellt also alle Daten des ersten Quartils dar (bis 25%). Die Linie rechts von der Box stellt alle Daten des letzten Quartils (ab 75%) dar. Ganz links ist daher das Minimum und ganz rechts das Maximum dargestellt. Wie ersichtlich ist, wurde im Median angegeben, dass sich "Verlust des angegebenen Taxons", "Reproduktionsleistung" und "Futterhabitat" durch den Bau und Betrieb der Standard PV-Freiflächenanlage gering verschlechtern. Jedoch wurde auch angegeben, dass sich, aufgrund der Standard PV-Freiflächenanlage, die "Überwinterungsmöglichkeiten", "Populationsdynamik" und "Migrationsmöglichkeiten" für Tiere im Median "mittel" verschlechtern. Hingegen wurden Auswirkungen auf die mögliche "Tötung" von Tieren, im Median, mit "große" Verschlechterung bewertet. Dies stellt daher die größte negative Auswirkung der Standard PV-Freiflächenanlagen auf die Tiere dar.

Abb. B-13: stellt die angegebenen Auswertungen je Tiergruppe dar. Der Median der Wirkungskategorie je nach Tiergruppe ist in den meisten Fällen recht ähnlich. Hervorzuheben ist, dass die "Migration" bei Schmetterlingen im Median als große Verschlechterung bewertet wurde, während bei den meisten anderen Tiergruppen eine geringe oder mittlere Verschlechterung im Median angegeben wurde. Bei manchen Wirkungskategorien ist die Bandbreite der abgegebenen Bewertungen bei Tiergruppen, die öfters bewertet wurden, relativ groß. Dazu zählen "Überwinterungsmöglichkeiten" bei Vögeln und Insekten, "Migration" bei Vögeln und Insekten und "Tötung" bei Vögeln und Insekten. Die "Überwinterungsmöglichkeiten" wurden beispielsweise mit einer großen Verschlechterung bei Singvögeln auf Brachen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau bewertet oder auch bei Vögeln allgemein auf Brachen in Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau. Keine Veränderung wurde hingegen beim Flussregenpfeifer, dieser wurde in einem konkreten Fall als zu bewertende Tierart gewählt, auf Brachen in der Kategorie Grünlanddominierte Landschaften der Becken & Talböden und bei Vögeln allgemein auf Trockenrasen in Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes angegeben. Im Anhang sind die Auswirkungen zusammengefasst je Tiergruppe dargestellt.

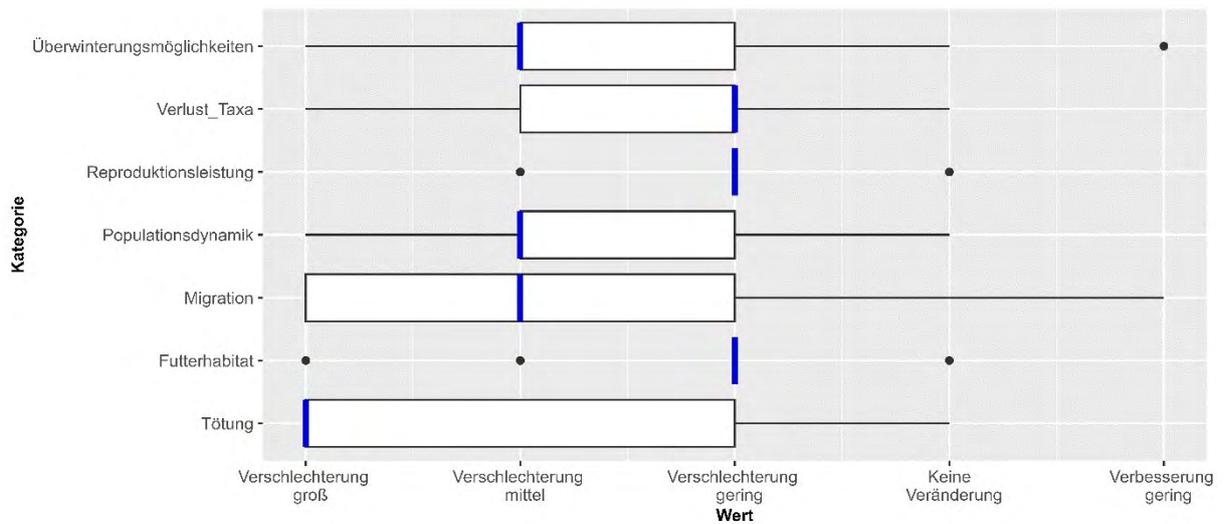


Abb. B-12: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien für alle angegebenen Tierarten, Referenzflächen und Kulturlandschaftstyp, n=20. Anmerkung: Die Kategorien „Verbesserung mittel/groß“ wurden abgefragt, fehlen in der Darstellung aber, weil sie nie gewählt wurde, Quelle: eigene Darstellung

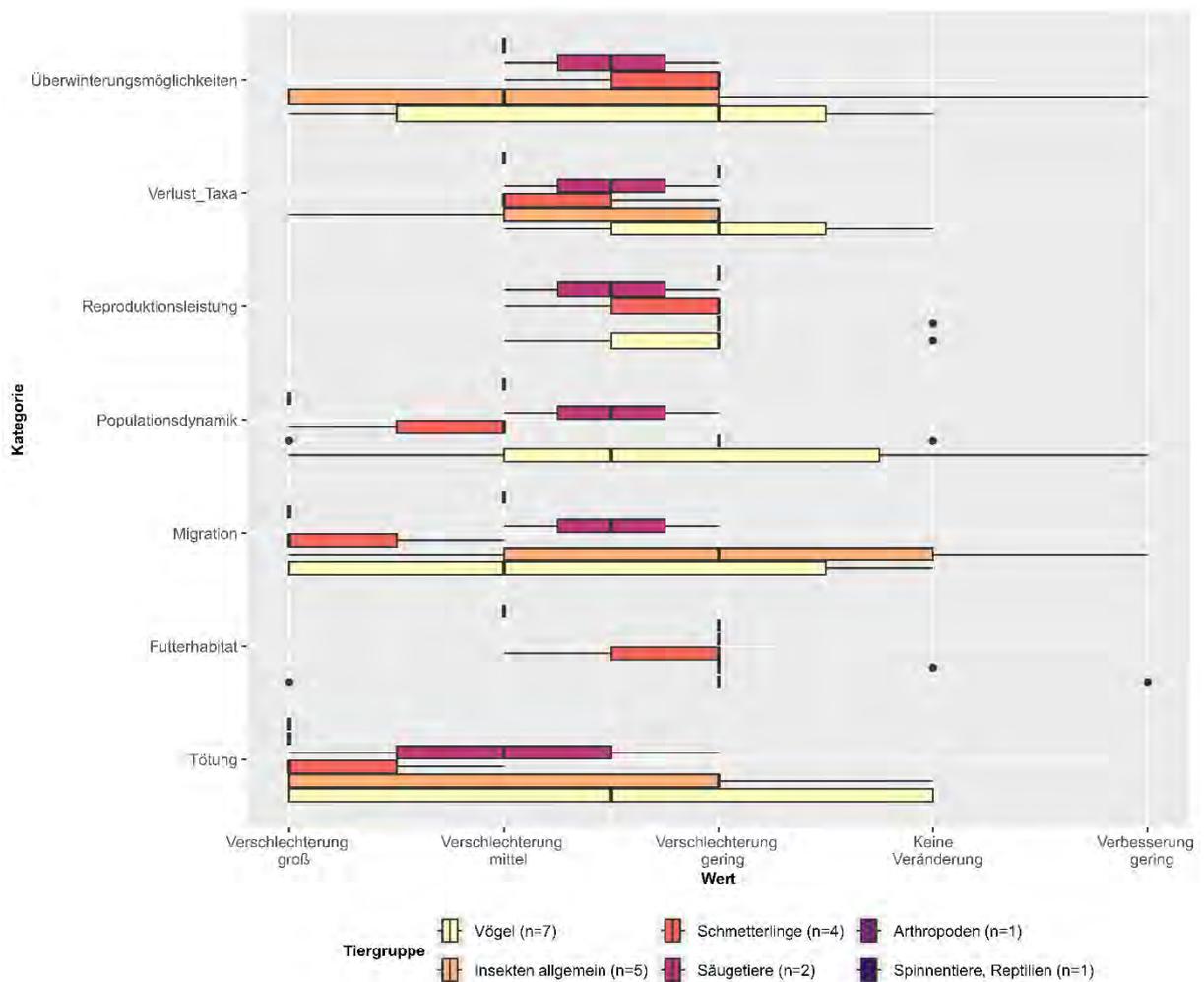
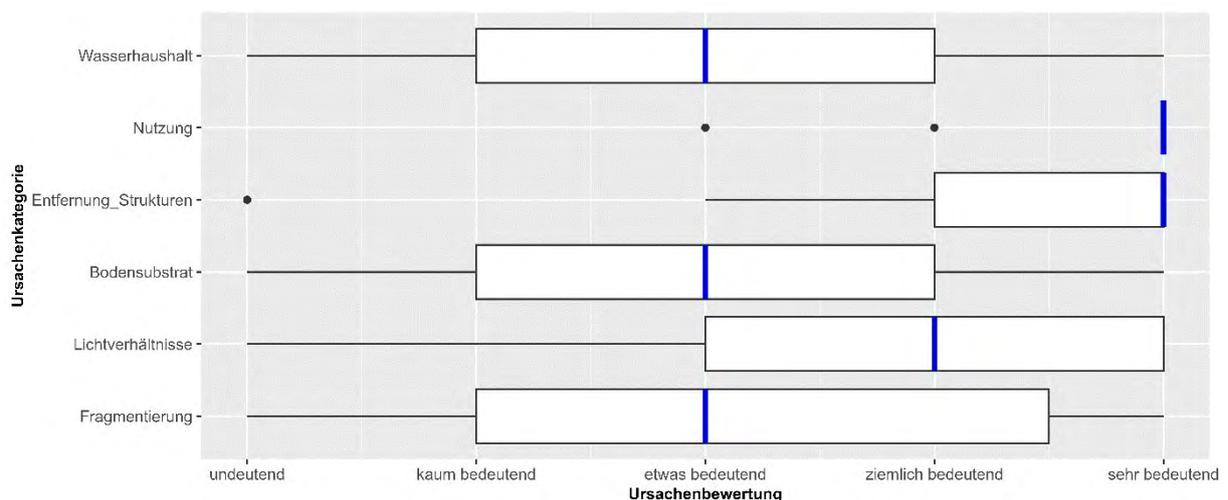


Abb. B-13: Bewertungen der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlagen gemäß den Wirkungskategorien je Tiertaxon, n = 20. Anmerkung: Die Kategorien „Verbesserung mittel/groß“

wurden abgefragt, fehlen in der Darstellung aber, weil sie nie gewählt wurde, Quelle: eigene Darstellung

Bei den Insekten wurden die "Überwinterungsmöglichkeiten" beispielsweise als geringe Verschlechterung auf Brachen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau bewertet oder als große Verschlechterung bei den Bestäuberinsekten auf Wiesen mit zwei Schnitten in Grünlandgeprägten Landschaften des Berglandes. Hingegen wurde bei Insekten der Kategorie Alpiner Rasen der Almen und Bergmäher, und auf Naturrasen der Subalpinen Stufe eine geringe Verbesserung der "Überwinterungsmöglichkeiten" angegeben. Eine große Verschlechterung bei der möglichen "Tötung" wurde beispielsweise bei Insekten, auf Wiesen mit zwei Schnitten in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau, aber auch in grünlandgeprägten Landschaften des Berglandes, angegeben. Eine geringe Verschlechterung der "Tötung" wurde bei Insekten auf Brachen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau oder auf Streuobstwiesen in der Kategorie Grünlanddominierte Landschaften der Hügelländer angegeben. Bei Vögeln wurde beispielsweise eine große Verschlechterung bei der Wachtel (bezüglich möglicher Tötung) oder Vögeln allgemein (bezüglich Migrationsmöglichkeiten) auf Brachen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau angegeben. Hingegen wurden Vögel auf Trockenrasen in der Kategorie Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes und auf Brachen in Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau, bezüglich möglicher Tötung, mit "Keine Veränderung" bewertet.

Die Abb. B-14: bietet einen Überblick zu den "Ursachen", jenen Veränderungen durch die Standard PV-Freiflächenanlage auf der Fläche, die zu den Auswirkungen auf die Tierarten führen. Im Median wurden hier hinweg über alle Arten, Referenzflächen und Kulturlandschaftstypen die "veränderte Nutzung" und die "Entfernung von Strukturen" als "sehr bedeutend" genannt. Die "veränderten Lichtverhältnisse" wurden im Median als "ziemlich bedeutend" eingestuft und der "veränderte Wasserhaushalt", die "Veränderung des Bodensubstrats" und die "Fragmentierung der Landschaft" wurden als "etwas bedeutend" eingestuft (im Median). Die große Bandbreite der Bewertungen der Ursache "Fragmentierung" (Bewertungen variieren zwischen "unbedeutend" und "sehr bedeutend"), ist vor allem auf die unterschiedliche Einschätzung für verschiedene Vogelarten zurückzuführen, wie



auch in Abb. B-15: ersichtlich ist.

Abb. B-14: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die Tiere, n=20, Quelle: eigene Darstellung

Beispielsweise wurde die Ursache der "Fragmentierung" bezüglich der Wirkung auf Vögel auf Trockenrasen der Kategorie Grünlandgeprägte Landschaften des Berglandes, als kaum bedeutend eingeschätzt, während "Fragmentierung" bezüglich der Wirkung auf Vögel auf extensiven

Weidefläche in Landschaften der Almen, Bergmähdern und Naturrasen der subalpinen Stufe und auf Brachen in Kulturlandschaften, als sehr bedeutend eingeschätzt wurde. Bei der Bewertung der Gefährdungsursache "Entfernung vorhandener Strukturen" ist die vorhandene Bandbreite der Einschätzungen auf divergierende Einschätzungen zu unterschiedlichen Arten von Säugetieren zurückzuführen. Die Gefährdungsursache "Entfernung der Strukturen" wurde für den Feldhasen als "unbedeutend" bewertet, hingegen wurde diese für Wildtiere allgemein als "ziemlich bedeutend" eingeschätzt. Im Median wurde die "Entfernung vorhandener Strukturen" bei den Säugetieren als "etwas bedeutend" eingestuft, während diese für die anderen Tierarten im Median als "sehr bedeutend" eingestuft wurden, mit relativ wenig Varianz. "Veränderte Belichtungsverhältnisse" wurden als Gefährdungsursache bei den Säugetieren als "kaum bedeutend" im Median eingestuft, während diese für die anderen Tierarten als "etwas bedeutend" (Vögel) und "ziemlich bedeutend" (Schmetterlinge und Insekten) im Median eingestuft wurden. Allgemein wurde auch bei den Tieren die Bedeutung vom Mulchen hervorgehoben (Zitat Befragung, id=110): *"Insbesondere die Mulchung ist mit hohen negativen Auswirkungen verbunden. Aus fachlicher Sicht sowohl als Vegetations- und Landschaftsökologe als auch als Tagfalter-Experte sind Auflagen für die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Wiesen, Weiden und Brachen jedenfalls (!) notwendig, die den Abtransport bzw. die Nutzung des Mähgutes nach jeder Mahd gewährleisten."*

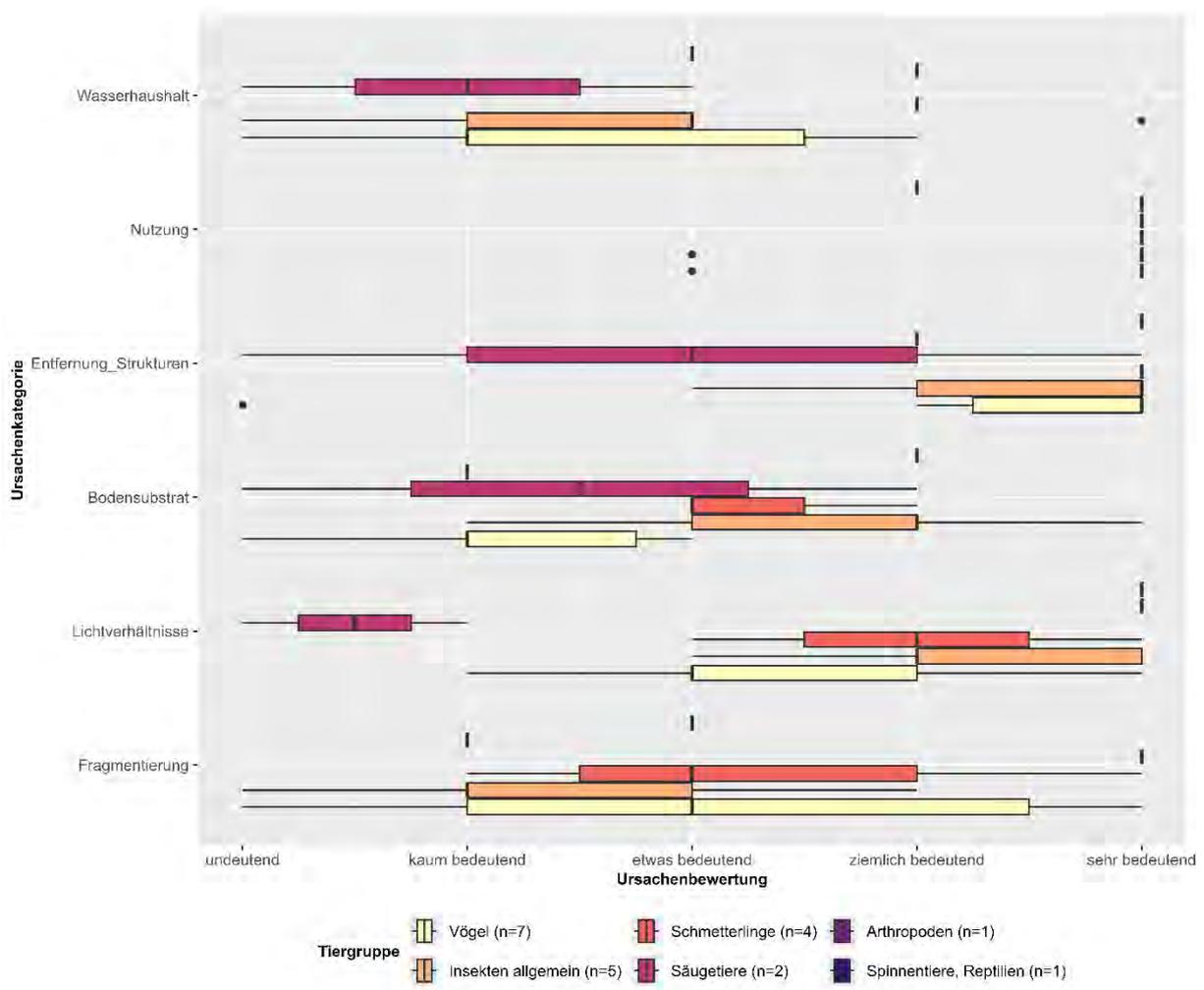


Abb. B-15: Bewertungen der Veränderungen verursacht durch die Standort PV-Freiflächenauswirkungen in Bezug zu den Auswirkungen auf die genannten Tierartengruppen, n=21, Quelle: eigene Darstellung

B-5.2.3 Einschätzungen zu den Skaleneffekte

Die Befragten wurden auch gebeten einzuschätzen, wie sich die Auswirkungen einer PV-Freiflächenanlage auf das gewählte Taxon, im Kontext der gewählten Referenzfläche und des Kulturlandschaftstyps verändern, wenn sich die Anlagengröße verändert. Abb. B-16: stellt dar, wie sich die Auswirkungen einer 6 ha großen PV-Freiflächenanlage im Vergleich zur zuvor abgefragten 2 ha großen Anlage (1. Zeile) bzw. im Vergleich zu drei 2 ha großen Anlagen (2. Zeile) verändern. Im ersten Fall gaben die Befragten sowohl bei den Pflanzen, Pilzen, Habitaten und bei den Tieren zum Großteil (86%) an, dass die Auswirkungen bei einer 6 ha großen Anlage klar größer sind. Wurde eine 6 ha große Anlage mit 3 x 2 ha großen Anlagen verglichen, waren sich die Befragten eher uneinig. In Summe gaben 19% an, dass die Auswirkungen auf Pflanzen, Pilze, Habitate bzw. Tiere bei der 6 ha großen Anlage kleiner wären, 37% gaben an, dass diese größer wären und 37% gaben an, dass diese gleich wären. Jene die angaben, dass die Auswirkungen kleiner wären haben beispielsweise die folgenden Taxa bewertet: die Wachtel auf Brachflächen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau, Spinnentiere und Reptilien, Gefäßpflanzen auf Magerwiesen in grünlanddominierten Landschaften der Hügelländer und auf Trockenrasen in Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau und Pilze auf Brachen in grünlanddominierten Landschaften der Hügelländer. Außerdem wurde in dieser Bewertung auch die übergeordnete Kategorie "Grünland Extensiv" in grünlandgeprägten Landschaften des Berglandes und in Komplexlandschaften mit Obst- und Weinbau inkludiert. Die Befragten haben Ihre Einschätzungen auch zum Teil kommentiert: *"Der Nachteil von 3 kleineren Anlagen im Vergleich zu einer größeren ist jener des Einbringens und Förderung von (unerwünschten) Kulturfolgern und Neozoen an 3 Standorten!"* (Zitat Befragung), *"Ich würde sagen, die Größe ist für Arthropoden sehr viel weniger relevant als die Bewirtschaftung unter der PV Anlage (und der Verlust von Pflanzenarten durch Beschattung)"* (Zitat Befragung). Eine befragte Person betonte auch, dass *"Beim Vergleich einer 6 ha großen und drei 2 ha großen PV-Anlagen sind Randeffecte wie die Entfernung der Flächen zueinander, die räumliche Anordnung, die Habitatqualität etc. zu berücksichtigen"* (Zitat Befragung). Die Befragten wurden auch gebeten, einzuschätzen, auf welche Art und Weise die Auswirkungen bei zunehmender Größe der PV-Freiflächenanlage zunehmen. Hier waren sich die Befragten nicht klar einig, wie in Abb. B-17: ersichtlich ist. Die meisten Antworten (jedoch mit geringer Mehrheit) erhielt "exponentiell" sowohl bei den Tieren, als auch bei den Pflanzen, Pilzen, Habitaten. Damit ist gemeint, dass die Auswirkungen auf das gewählte Taxon exponentiell mit der Anlagengröße steigen.

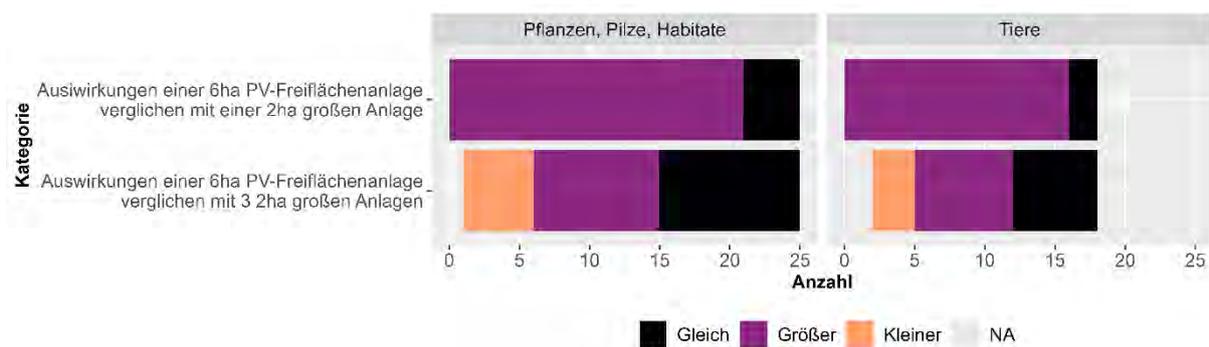


Abb. B-16: Einschätzungen zu den Veränderungen der Auswirkungen auf die Biodiversität bei einer 6 ha großen PV-Freiflächenanlage im Vergleich zu einer 2 ha großen Anlage (1. Zeile) und im Vergleich zu drei 2 ha großen Anlagen (2. Zeile), Quelle: eigene Darstellung

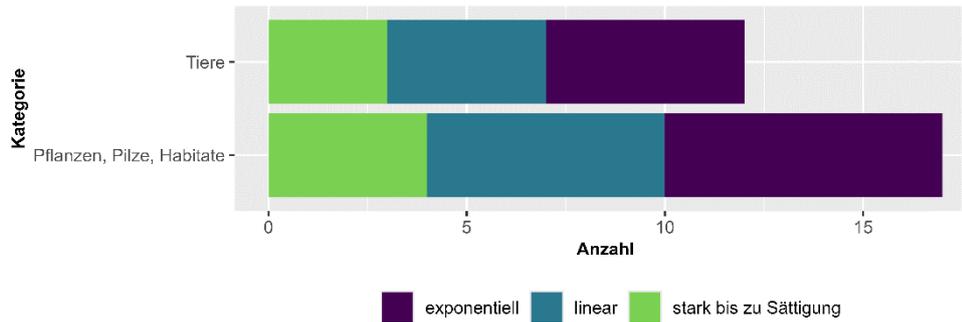


Abb. B-17: Art der zunehmenden Auswirkungen auf die Biodiversität bei zunehmender Anlagegröße, Quelle: eigene Darstellung

Die teilnehmenden Personen wurden auch nach ihrer persönlichen Meinung zur Anlagengestaltung gefragt, wie in Abb. B-18: dargestellt. Die wenigsten Befragten konnten den beiden Aussagen ("Ich bevorzuge eine 6ha große PV-Freiflächenanlage gegenüber 3 Anlagen mit je 2 ha" und "Ich bevorzuge PV-Freiflächenanlagen mit hoher Dichte zu errichten (z. B. mit hoher Flächenüberdeckung) und dafür in Summe weniger Fläche zu beanspruchen") zustimmen. Eine Person meinte dazu konkret "Ich bevorzuge eine größere Anlagenfläche, bei der viel Zwischenraum gelassen wird und Sonne bis zum Boden kommt, damit sich Blütenreichtum, Struktureichtum und Insektenreichtum entwickeln kann. Dann können die PV-Aufstandsflächen einen Nutzen für die Biodiversität haben im Vergleich zur vorherigen Nutzung." (Zitat Befragung). Eine zweite Person hob hervor, dass "das Entwicklungspotenzial einer Brache Richtung Halbtrockenrasen unter einer PV-Anlage kann durch eine lockere Beständerung (Licht bis zum Boden), mageres Substrat, förderliche Pflege verbessert werden, daher bevorzuge ich größere Flächen mit geringerer Dichte der PV-Paneele." (Zitat Befragung).

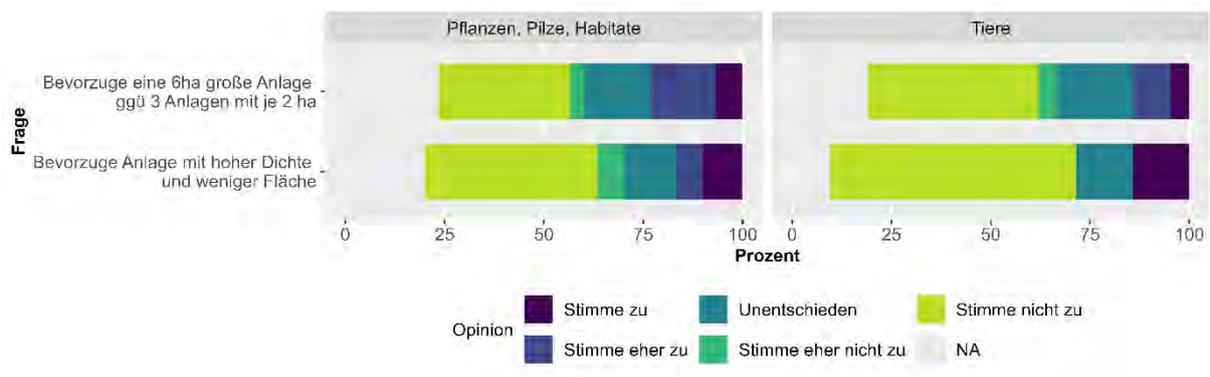


Abb. B-18: Meinung der Befragten zur Anlagengröße von PV-Freiflächenanlagen, Quelle: eigene Darstellung

B-5.2.4 Unsicherheiten der Bewertungen

Die Befragten wurden gebeten, die Unsicherheiten ihrer abgegebenen Bewertungen einzuschätzen, wie in Abb. B-19: dargestellt. Rund 40 % der Befragten gaben an, dass ihre Einschätzungen der Auswirkungen der PV-Freiflächenanlagen auf die Biodiversität (mittels frei gewählten Taxons) mit

hoher (14%) oder sehr hoher Unsicherheit (26%) behaftet sind, obwohl sich 27 der 35 Befragten zuvor bereits mit dem Thema beruflich oder privat auseinandergesetzt haben (18 davon durch Literaturstudium, der Rest durch Feldstudien, Biodiversitätsmonitoring oder Planung und Beratung).

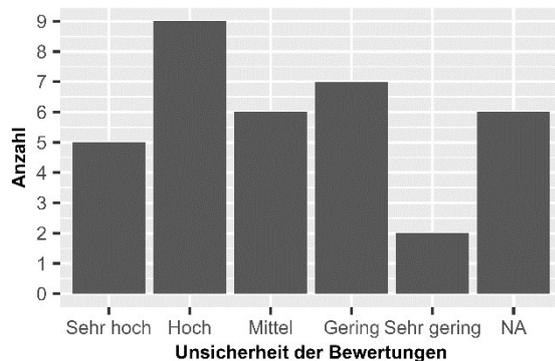


Abb. B-19: Eingeschätzte Unsicherheit der abgegebenen Bewertungen durch die Befragten (n= 35), Quelle: eigene Darstellung

In Summe wurde die Expertise der Befragten durch mehrere Fragen berücksichtigt, zusätzlich zur selbst eingeschätzten Unsicherheit der Bewertung. Aus diesen Fragen wurde ein "Expertise-Sicherheit-Faktor" gebildet. Ein geringer Faktor bedeutet, dass die Expertise der befragten Person als gering eingeschätzt wurde (entweder durch Selbsteinschätzung oder aufgrund mangelnder thematischer Erfahrung) und/oder die Unsicherheiten hoch (also die Sicherheit gering) beurteilt wurden. Ein hoher Faktor bedeutet, dass die Expertise der befragten Person als hoch eingestuft wurde und/oder die Unsicherheiten durch Selbsteinschätzung als gering. Die nachfolgenden Abb. B-20: und Abb. B-21: zeigen die eingeschätzten Auswirkungen für die Pflanzen, Pilze, Habitate bzw. Tiere, unterschieden gemäß des "Expertise-Sicherheit-Faktors". Wie ersichtlich ist, zeigen sich dadurch bei den Bewertungen der Auswirkungen auf Pflanzen, Pilzen & Habitaten keine nennenswerten Unterschiede beim Median - mit wenigen Ausnahmen, die hier nun näher angeführt werden: Bei manchen Wirkungskategorien wurde von Personen mit geringer Expertise/Sicherheit eine leicht stärkere Verschlechterung angegeben. Beispielsweise liegt bei "Verlust Taxa" der Median zwischen gering und mittel bei Personen mit geringer Expertise/Sicherheit und bei gering bei Personen mit hoher Expertise/Sicherheit. Dies ist auch der Fall bei "temporäre Auswirkungen auf die Vegetation", "Reproduktionsleistung" und "permanente Auswirkungen auf die Vegetation". Beim "Genaustausch" haben Personen mit geringer Expertise/Sicherheit die Auswirkungen schwächer eingestuft als Personen mit hoher Expertise/Sicherheit. In Summe ist die Bandbreite der Einschätzungen jedoch eher gering.

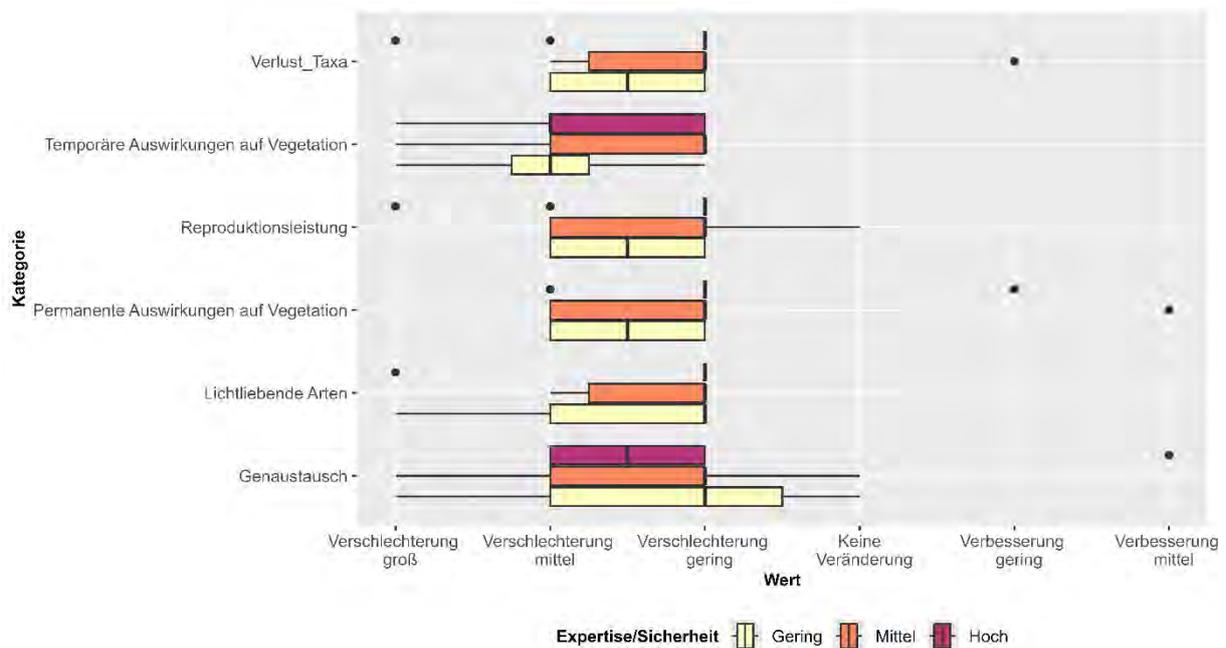


Abb. B-20: Einschätzung der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlage auf Pflanzen, Pilze, Habitate, unterschieden nach Expertise-Unsicherheits-Faktor, Quelle: eigene Darstellung

Bei den Einschätzungen der Auswirkungen zu den Tieren zeigen sich deutlichere Unterschiede, wenn nach Expertise-Sicherheits-Faktor unterschieden wird. Es wurden die Wirkungen von Personen, die entweder eine große Unsicherheit oder eine relative geringe Expertise im Bezug zu der speziellen Fragestellung hatten, durchwegs mit einer "weniger starken Verschlechterung" eingestuft, als durch Befragte mit hoher Expertise (siehe Abb. B-21:) mit einer Ausnahme. Bei "Verlust Taxa" wurde von Personen mit geringer und mit hoher Expertise/Sicherheit dieselbe Einschätzung getroffen (mittlere Verschlechterung), hingegen wurde von Personen mit einer mittleren Expertise/Sicherheit eine geringe Verschlechterung angegeben. Die Bewertung der Auswirkungen als Verbesserung bei den meisten Kategorien basiert auf der Einschätzung von derselben Person, die bisher nur wenig Expertise und Erfahrung hat. Diese Person hat die Wirkungen auf Säugetiere auf Magerwiesen in Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau beurteilt. Im Vergleich dazu wurde bei der Brache und der Streuobstwiese und den Säugetieren eine Verschlechterung ("gering" oder "mittel") angegeben.

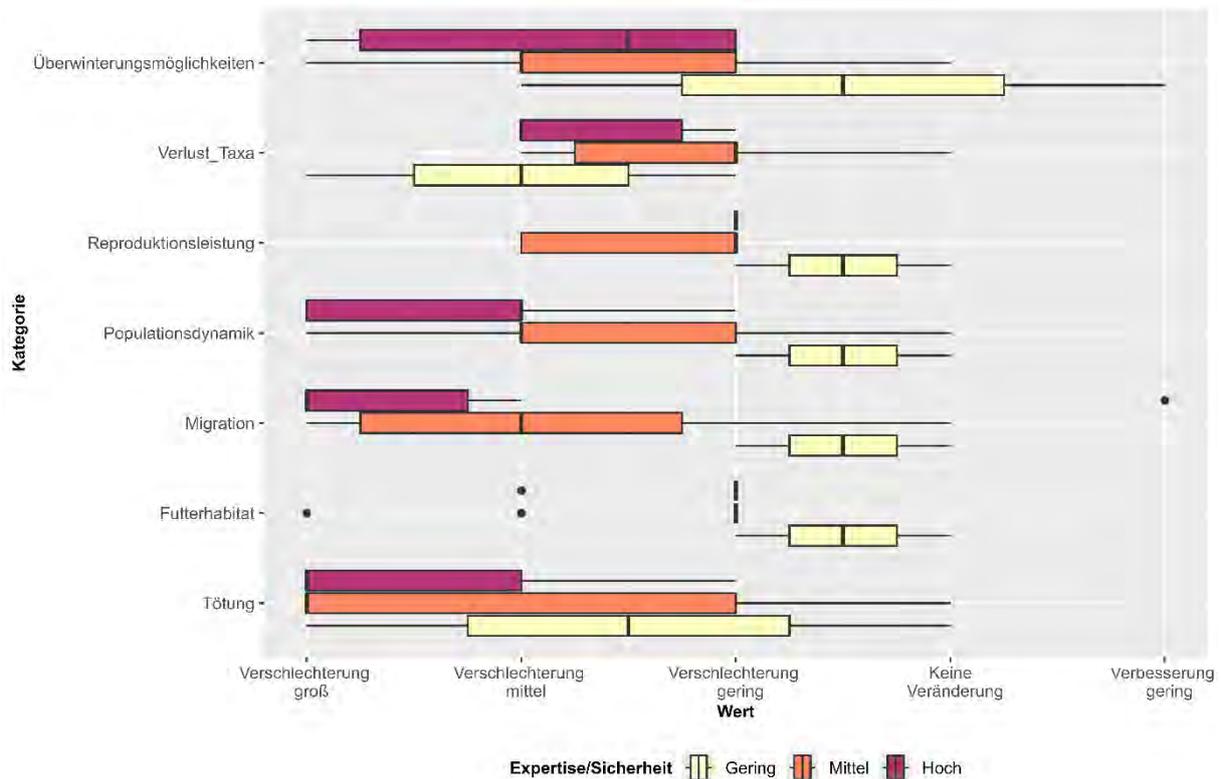


Abb. B-21: Einschätzung der Auswirkungen der Standard PV-Freiflächenanlage auf Tiere, unterschieden nach Expertise-Unsicherheits-Faktor, Quelle: eigene Darstellung

B-5.2.5 Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen

Die Befragten sollten in Summe 21 naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen beurteilen. Dazu sollten sie in Summe 100 Punkte vergeben. Tab B-1 bietet einen Überblick über alle bewerteten Maßnahmen. Die ersten sechs Maßnahmen haben bereits 53% aller vergebenen Punkte erhalten, wobei der "Erhalt bestehender Biotopstrukturen" als am Wichtigsten eingestuft wurde. "Keine Bauarbeiten während Brutzeiten von Vögeln und Laichzeiten von Amphibien" hat die zweit höchste kumulierte Punktzahl erhalten. Das Flächenmanagement, im Sinne von Verzicht auf Düngemittel und Pestizide, regelmäßige Mahd (kein Mulchen) und extensive Bewirtschaftung wurde neben der Ausgestaltung der PV-Freiflächenanlage (maximal 40-50% Flächenüberdeckung) ebenso unter den sechs wichtigsten Maßnahmen bewertet. Maßnahmen, die sehr wenige Punkte erhalten haben, also als eher weniger wichtig erachtet wurden, sind beispielsweise Beschränkung des Baulärms, Minimierung der Störung durch Menschen bei Wartungsarbeiten, die Gestaltung der Modultische (Tiefe < 5m, bei Breite >3m, Regenwasserabfluss mit ortsnahe Versickerung), naturnahe Gestaltung der Zufahrten, sowie der Verzicht auf Wachen/Wachhunde.

Zudem wurden die in Tab B-2 aufgelisteten Punkte durch die Befragten im Kommentarfeld hervorgehoben. Beispielsweise, meinte eine Person: "Kurzrasige, lockere Wiesen können für einige Arten interessant sein. Sie können durch Ausfall der chemischen Behandlung und extensive Bewirtschaftung (Mahd mit Räumung des Mähgutes und / oder Beweidung) erhalten werden. Die Beschattung erhöht jedoch die Feuchtigkeit und hindert wärmeliebende Arten daran, hier flächenmäßig zu gedeihen." Diese Person hat im ersten Teil der Befragung Schmetterlinge im hügeligen Grünland, als Bewertungsgegenstand, beurteilt und ihre Expertise zum Thema hoch eingeschätzt. Eine andere befragte Person meinte: "Der vorherige Standortcharakter sollte weitgehend

erhalten bleiben, sowohl was die Strukturen als auch die Vegetation betrifft, dann wird sich auch die Auswirkung auf Pflanzen, Insekten und andere Arten geringer ändern als bei einer völligen Biotopveränderung."

Tab. B-2: Übersicht über die Bewertung der 21 naturschutzfachlichen Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen, Quelle: eigene Ergebnisse

Maßnahme	Summe der erhaltenen Punkte	Prozentueller Anteil der Punkte	Kumulative Anteile der gereihten Maßnahmen
Erhalt bestehender Biotopstrukturen	344	12 %	12 %
Keine Bauarbeiten während Brut- und Laichzeiten	260	9 %	21 %
Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel	236	8 %	29 %
Mahdzeitpunkte, Frequenzen, Umfang (d.h. alternierende Mahd) und Mähgutverbringung werden abhängig von Standort und Vegetation festgelegt; Mahdhöhe mind. 10cm	232	8 %	37 %
Maximal 40-50% Flächenüberdeckung	228	8 %	45 %
Flächenmanagement: Standortangepasste, extensive Bewirtschaftung und Pflege (inklusive Verwendung standortangepasstes Saatgut bzw. Gehölze)	228	8 %	53 %
Vielfalt erhalten und fördern (bspw. Anlage von Steinhäufen, Totholzhaufen, Hecken, Rohbodenstellen, Wurzelstubben, Kleingewässern, offene Inseln, Ansitzstangen, Brut- und Nisthilfen)	202	7 %	60 %
Wanderkorridore: Querungshilfen für Tiere bzw. Aussparung von Korridorbereichen bei großflächigen Anlagen	175	6 %	66 %
Schaffung von Ausgleichsflächen und Ersatzlebensräume, z.B. Blühstreifen	158	5 %	71 %
Umzäunung: Mindestabstand zum Boden 15-20cm, Vermeidung von Stacheldraht, Begrünung der Zauelemente: Sichtschutzhecke - Breite 5m, begrünt mit standortangepassten Pflanzen gebietseigener Herkunft; Alternativen zu Zäunen sind Baumreihen, Hecken oder Gräben	143	5 %	76 %
Minimierung von Verdichtung und Umlagerung des Bodens	141	5 %	81 %
Offenhaltung durch Beweidung z.B. durch Schafe: Die Besatzdichte bei Beweidung wird je nach Jahreszeit und dem individuellen Grünlandaufwuchs angepasst	137	5 %	86 %
Pflege von Ausgleichsflächen / Kompensationsflächen	84	3 %	89 %
Schutz seltener Arten: Notfalls Evakuierung während der Bauphase	78	3 %	91 %
Modulreihenabstand 3,5-5,	72	3 %	94 %

Verwendung reflexionsarmer Materialien zum Schutz von aquatischen Insekten	63	2 %	96 %
Auf Wachhunde, regelmäßige Anwesenheit von Personal und künstliche Lichtquellen verzichten	42	1 %	97 %
Zufahrten naturnah gestalten	32	1 %	98 %
Gestaltung Modultische	21	0:7 %	99 %
Wartungsarbeiten: minimierte Störung durch Menschen	16	0.6%	99.7%
Beschränkung Baulärm	8	0.3%	100%

Tab. B-3: Kommentare aus der Befragung zum Thema Naturschutzfachliche Gestaltungsprinzipien und Pflegemaßnahmen, Quelle: eigene Ergebnisse

Strukturen	Mulchen / Mähen / Beweidung	Bewirtschaftung allgemein / Strukturen	Ausgestaltung und Wartung der PV-Freiflächenanlage
Neuntöter brauchen Gehölzstrukturen und insektenreiche Grünlandvegetation. Wenn diese Strukturen im Rahmen des Baus einer PV-Freiflächenanlage geschaffen werden können, ist in intensiven landwirtschaftlichen Gebieten eine Verbesserung der Habitate für den Neuntöter möglich	Beweidung mit Schafen und v. a. 2 x jährliche Mahd & Entfernen des Schnittgutes würde sogar die Biodiversität fördern. Sonst geht Bekämpfung der Klimakrise auf Kosten der Biodiversitätskrise.	Die Effekte der Biodiversität hängen ganz stark von der Bewirtschaftung ab. Wenn die PV-Freifläche gleichzeitig bewirtschaftet werden kann, könnte hier ein neuartiges Habitat entstehen - zum Beispiel eben waldrandähnlich - wegen der Deckung für Tiere und partiell weniger Licht.	Wichtig sind aus unserer Sicht das Einüberschirmungsgrad von maximal 40 % "verbraucht" zwar in Summe mehr Fläche, jedoch ist der mögliche naturschutzfachliche "Nutzen", die potentielle Erhöhung der Artenvielfalt einiger Tier- und Pflanzengruppen, wie auch der Nutzen für angrenzende landwirtschaftliche Flächen durch eine erhöhte Bestäuberleistung, zu berücksichtigen!.
Die Erhaltung bestehender Biotopstrukturen ist wichtig, es müssen dann aber entsprechende Abstände mit den Modulen eingehalten werden, weil sie sonst in ihrer Habitatqualität stark entwertet werden.	Ob die Größe eine Rolle spielt, hängt von den zur Verfügung stehenden Mähwerkzeugen und Mähmethoden ab,	Das Entwicklungspotenzial einer Brache Richtung Halbtrockenrasen unter einer PV-Anlage kann durch eine lockere Beständerung (Licht bis zum Boden), mageres Substrat, förderliche Pflege verbessert werden, daher bevorzuge ich größere Flächen mit geringerer Dichte der PV-Paneele.	Freihalten von größeren, zusammenhängenden Freiflächen, vor allem randlich der Solarfläche. . Zum einen ist das Flächenmanagement praktikabel und es ergeben sich durch größere besonnte Lebensräume, die nicht durch Strukturen zerschnitten werden.
Der vorherige Standortcharakter sollte weitgehend erhalten bleiben, sowohl was die Strukturen als auch die Vegetation betrifft,	Mulchen des Unterwuchses ist letal für die Biodiversität.	Kurzrasige, lockere Wiesen können für einige Arten interessant sein. Sie können durch Ausfall der chemischen Behandlung und extensive Bewirtschaftung (Mahd mit Räumung des Mähgutes und /	Grundsätzlich sind alle vorgeschlagenen Maßnahmen relevant für ein gutes Zusammenleben von PV-Anlage und Lebewesen. Hervorzuheben ist, dass die Wartungsarbeiten nicht vor

dann wird sich auch die Auswirkung auf Pflanzen, Insekten und andere Arten geringer ändern als bei einer völligen Biotopveränderung		oder Beweidung) erhalten werden. Die Beschattung erhöht jedoch die Feuchtigkeit und hindert wärmeliebende Arten daran, hier flächenmäßig zu gedeihen.	den Schutzzeiten der Fauna stehen, was bedeuten soll, dass vorrangig auf die Schutzzeiten Rücksicht genommen werden muss, auch wenn Defekte der PV-Anlage in diesen Zeiten vorliegen beziehungsweise sicher ereignen sollten.
Blüten- und Strukturreichtum im Vergleich zur Fläche vorher erhöhen	Mulchung der Flächen ist sehr ungünstig, Schnittgut sollte entfernt werden!	Die Effekte der Biodiversität hängen ganz stark von der Bewirtschaftung ab. Wenn die PV-Freifläche gleichzeitig bewirtschaftet werden kann, könnte hier ein neuartiges Habitat entstehen - zum Beispiel eben waldrandähnlich - wegen der Deckung für Tiere und partiell weniger Licht.	Generell ist die Bebauungsdichte (Flächenbedeckung) abhängig von Naturnähe des Habitats - Agri-PV und Mischnutzungen müssen im Einzelfall aus Biodiversitätssicht bewertet werden.
		Die Flächen sollten nach Möglichkeit spontan wiederbewachsen, Einsaaten sollten vermieden werden.	Höhere Aufständigung, um ökologisch sinnvolle Pflege darunter zu ermöglichen. Licht bis zum Boden (geringere Dichte der PV-Paneele/ Aufständigung).

B-5.2.6 Standortspezifische naturschutzfachliche Ausschlusskriterien

In diesem Abschnitt haben die Befragten unterschiedliche Kategorien von Freiflächen in Hinblick auf deren Eignung für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen beurteilt. Von den Befragten (n= 28) wurden alle Standorte der übergeordneten Kategorie "Andere Lebensräume" für einen Ausbau (meistens mit Pflegekonzept) als geeignet eingestuft. Zu dieser übergeordneten Kategorie zählen unversiegelte Militärgelände, unversiegelte Industriegebiete, Siedlungsbrachen, Flächen innerhalb von Industrie- bzw. Gewerbegebieten, Flächen mit einer hoher Bodenverdichtung, Deponien generell, Altdeponien im fortgeschrittenen Sukzessionsstadium, Vorbelastete Abfalldeponien oder Altlastflächen, Abbaugruben, Bergbauhalden generell, Verkehrsnebenflächen generell, Große, vollversiegelte Flächen (Parkplätze, alte Flugzeuglandeplätzen), Flächen für die Windkraftnutzung, sofern gemeinsam mit Windkraftanlagen geplant / umgesetzt, Flächen im Nahebereich hochrangiger Verkehrsinfrastruktur (inkl. Verkehrsnebenflächen von Flugplätzen), Flächen in unmittelbarer Nähe von Gewerbe- und Industriegebieten und Flächen im Nahebereich von Kraftwerken oder Hochspannungsleitungen generell. Tabelle B-1 bietet einen Überblick über weitere, ebenfalls bewertete Standorte, die von mehr als der Hälfte der Befragten als geeignet für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen eingestuft wurden (mit oder ohne Pflegekonzept). Dazu zählen unterschiedliche Ackerflächen, wie beispielsweise intensive oder ertragsarme Ackerfläche, sowie Ackersäume, aber auch unterschiedliche Grünlandflächen, wie Intensivgrünland oder Grünlandbrachen. Landschaftsschutzgebiete wurden von gleich vielen Personen als ungeeignet ("Kein Ausbau") oder geeignet eingestuft, solange ein Ausbau mit Pflegekonzept erfolgt. Alle anderen Standortkategorien, wie beispielsweise ein- und zweimähdiges Grünland, Trocken und Halbtrockenrasen, Mager- und Feuchtwiesen, Moore, Flussauen oder Schutzgebiete wie FFH Lebensräume oder naturschutzrechtlich verordnete Gebiete gemäß IUCN Kategorien I und II, wurden von mehr als der Hälfte der Befragten als ungeeignet für einen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen ("Kein Ausbau") eingestuft, wie in Tab. B-4: dargestellt. Tab. B-7: bietet einen Überblick über alle bewerteten Lebensräume/Flächenkategorien. Einige Befragte betonten auch, dass versiegelte Flächen und Dächer für den PV-Ausbau bevorzugt

herangezogen werden sollten, wohingegen PV-Freiflächenanlagen erst nachrangig gebaut werden sollten, allenfalls als Agri-PV Systeme: "PV-Freiflächenanlagen sollten generell nur auf landwirtschaftlich nicht nutzbaren Flächen (z. B. Steinbrüche, Schottergruben, Deponien, Abraumhalden ehem. Bergbauggebiete, etc.) errichtet werden, bzw. als AGRI-PV-Flächen, die eine weitere landwirtschaftliche Mitnutzung ermöglichen (Beweidung statt Mulchen, Obstanlagen - siehe diesbezügliche bereits laufende Versuche, u. a.)."

Tab. B-4: Übersicht über jene Standorte, die von mindestens 50% der Befragten als geeignet für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen eingestuft wurden (mit oder ohne Pflegekonzept), ausgenommen jener Standorte der Kategorie "Andere Lebensräume", Quelle: eigene Ergebnisse

Standort	Ausbau möglich	Ausbau mit Pflegekonzept	Kein Ausbau	Keine Angabe
Intensivgrünland	14%	75%	11%	0%
Intensive Ackerfläche	14%	57%	21%	7%
Ertragsarme Ackerfläche	11%	71%	14%	4%
Wirtschaftswald	7%	50%	32%	11%
Künstliche Gewässer	4%	75%	18%	4%
Ackerflächen innerhalb eines Biotopverbundes	4%	64%	29%	4%
Grünlandbrachen und Sukzessionsflächen	0%	86%	14%	0%
Alpine Landschaften generell	0%	57%	39%	4%
Ackersäume	0%	54%	46%	0%
Landschaftsschutzgebiete	0%	46%	46%	7%

Eine Person meinte auch: "Grundsätzlich ist nichts gegen größere PV-FFA einzuwenden, solange der Standort gut (naturschutzfachlich) geprüft wurde; im besten Fall zuvor im Rahmen eines Zonierungsplans und in weiterer Folge naturschutzfachlich unter Heranziehung von Methodenstandards. Bei mehreren kleineren Anlagen ist klar der kumulative Effekt zu berücksichtigen. Jedoch können auch bereits kleine Anlagen in sensiblen Naturräumen eine negative Wirkung erzeugen, wenn es sich z.B. um gefährdete Biotoptypen (Trockenrasen) handelt." Diese Person betonte auch, dass "gerade Grenzertragsflächen, wie etwa Feuchtwiesen bzw. Magerwiesen generell nicht mit PV-FFA verbaut werden sollten, egal welcher Größe. Das gilt für jede Region/jedes Gebiet, da diese Flächen selten gewordene Lebensräume für gefährdete Arten darstellen, welche durch die Überschildung beeinträchtigt werden können." Eine Person erwähnte: "grundsätzlich ist für unstrukturiertes, artenarmes Agrarland eine positive Wirkung durch den Bau von PV-Fr. erwartbar!" und eine weitere: "Vorkommen von endemischen Tier- und Pflanzenarten (Endemiten und Subendemiten Österreichs) als Tabuzonen für PV-Anlagen! Schäden sind hier nicht kompensierbar!".

Tab. B-5: Übersicht über jene Standorte, die von mindestens 50% der Befragten als ungeeignet für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen eingestuft wurden, Quelle: eigene Ergebnisse

Standort	Kein Ausbau (Bewertungen in Prozent der Befragten)
----------	--

Naturschutzrechtlich verordnete Gebiete gemäß IUCN Kategorien I & II	100
Niedermoorwiesen und andere Torflagerstätten	100
Quellen, Moore, Sümpfe	100
Fortpflanzungs-, Ruhestätten und essenzielle Rastflächen streng geschützter Arten (gemäß Roter Liste oder FFH-Richtlinie)	96
Wald außer Ertrag (Schutzwald außer Ertrag / Schutzgebiet)	96
Ökologisch hochwertige Flächen ohne Schutzstatus, die Biotoptypen gemäß der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs enthalten	93
Wuchs- und Fundorte streng geschützter Arten (gemäß Roter Liste oder FFH-Richtlinie)	93
Flussauen inklusive Pufferabständen	93
Trockenrasen, Halbtrockenrasen	89
Alle anderen naturschutzrechtlich verordneten Gebiete in Österreich	86
Feuchtwiesen, Überschwemmungswiesen, Schilfstandorte	86
Naturnahe Gewässer & Gewässerrandstreifen	86
Magerwiesen	79
Hutweiden	75
Extensiver bewirtschafteter Ertragswald (z. B. Schutzwald in Ertrag, Einzelbaumentnahme)	75
FFH-Lebensraumtypen außerhalb von Natura 2000 Gebieten	71
Flächen im Bereich von regionalen und überregionalen Wildtierkorridoren (inklusive Puffer, z.B. 250 m)	68
Streuobstwiesen	68
Ein- und zweimähdige Wiesen	61

B-5.2.7 Einstellungen der Expert:innen zu PV-Freiflächenanlagen

Die Befragten wurden auch nach ihrer Zustimmung zu unterschiedlichen Aussagen bezüglich PV-Freiflächenanlagen befragt (siehe Abb. B-22:). Diesen Teil haben 29 Personen ausgefüllt. Die meisten Befragten stimmen zu oder stimmen eher zu, dass (i) PV-Freiflächenanlagen zuerst auf beeinträchtigten Standorten umgesetzt werden, bevor in die Freifläche gegangen wird, (ii) PV-Freiflächenanlagen notwendig sind, um die Energiewende zu schaffen, und (iii) PV-Freiflächenanlagen akzeptabel sind, solange ökologische Begleitmaßnahmen umgesetzt werden. Die Hälfte der Befragten stimmen (eher) zu, dass PV-Freiflächenanlagen zuerst auf Ackerland umgesetzt werden müssen, bevor Grünland beansprucht wird. Hingegen stimmen die meisten Befragten (eher) nicht zu, dass PV-Freiflächenanlagen die Kulturlandschaft bereichern, sprachen sich aber nur in einer Minderheit prinzipiell gegen PV-Freiflächenanlagen aus.

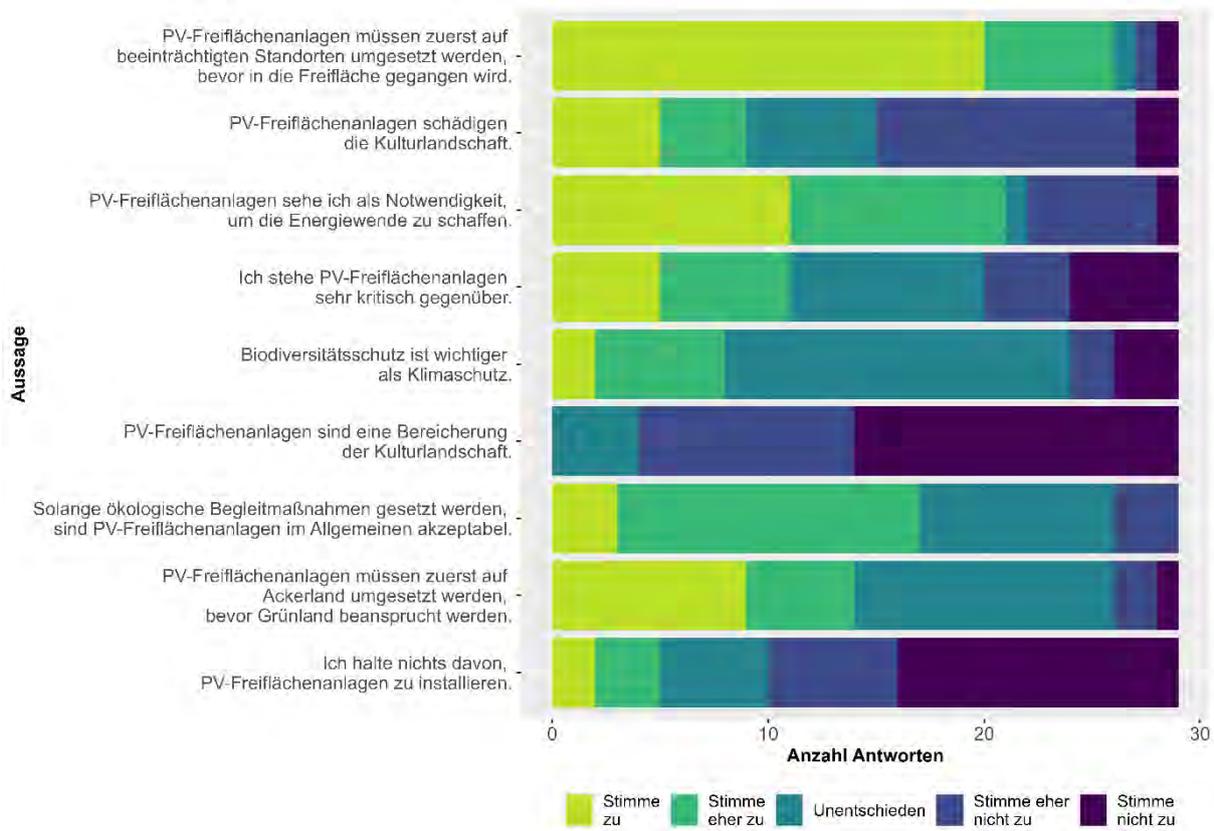


Abb. B-22: Übersicht über den Grad der Zustimmung der Befragten zu einzelnen Aussagen bezüglich PV-Freiflächenanlagen, n = 29, Quelle: eigene Ergebnisse

B-5.2.8 Noch bestehende Wissenslücken

Die Teilnehmer:innen der Befragung wurden um ihre Einschätzung zu offenen Forschungsfragen im Zusammenhang mit der Errichtung von PV-Freiflächenanlagen gebeten. Die Befragten betonten die Notwendigkeit naturschutzfachlicher Forschung vor dem Ausbau, differenzierter Bewertungen in Abhängigkeit der Taxa, Standorte und der Vornutzungen. Es folgen Originalzitate:

"Grünland und Ackerflächen sind aus ökosystemarerer Hinsicht sehr komplex. Eine Differenzierung von Wiesen/Weidenökosystemen, Ansaatgrünland, Ackerflächen für Tierfutteranbau und Ackerflächen für Nahrungsmittel ist für eine Betrachtung der Auswirkungen auf Biodiversität wichtig, zu unterscheiden."

"Bitte auch die schwimmende Photovoltaik thematisieren, v.a wenn sie in natürlichen Gewässern angedacht wird. Forschung zu den möglichen Auswirkungen der PVs MUSS vor einer Ausbauentscheidung stattgefunden haben."

"Aus ökologischer Sicht darf nicht nur an licht- und wärmeliebende Offenlandarten gedacht werden, sondern gleichermaßen an feuchtigkeitsliebende Waldarten! (Weberknechte, Regenwürmer, Springschwänze, weitere Bodentiere!)"

"Es braucht mehr Forschung zu Auswirkungen auf verschiedene Organismengruppen und Ökosystemleistungen (z.B. Kohlenstoffspeicherung)!"

"Eine Überlegung/Linie für die Beurteilung des Landschaftsbildes wäre dann auch noch wünschenswert."

B-5.3 Weiterführende strategische Methoden der Entscheidungsfindung

Wie aus dem Ablauf und den Ergebnissen der Expert:innen-Erhebung hervorgeht, wurden einige wichtige Elemente und Grundbausteine einer multikriteriellen umgesetzt. Die empirischen Grundlagen der befragten Expert:innen stellen somit für weitere Forschungen und Einschätzungen wichtige Impulse dar. Im Folgenden wird knapp skizziert, wie aus den Expert:innen-Ergebnissen in einer multikriteriellen Abwägung Einschätzungen über die Eignung von Flächen für PV-Freiflächenanlagen formuliert werden können.

Unter Anwendung der Expert:innen-Ergebnisse wurden somit Empfehlungen für eine strategische Flächenplanung abgeleitet. Dafür ist eine Priorisierung entsprechend der absteigenden Reihung aus Tab. B-6: sinnvoll. Die erzielten Punkte ergeben sich aus der in B-4.3 beschriebenen Gewichtung. Die untenstehende Tabelle hebt hervor, dass vor allem versiegelte Flächen, Flächen innerhalb von Industrie- und Gewerbegebieten, Deponien, Verkehrsnebenflächen etc. für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen priorisiert verwendet werden sollen. Erst danach sollten zuerst Intensivgrünland, Ertragsarme Ackerflächen, Grünlandbrachen, künstliche Gewässer, intensive Ackerflächen u.ä. mit einem naturschutzfachlichen Pflege- und Gestaltungskonzept herangezogen werden.

Aus den Expert:innen-Einschätzungen ergibt sich somit direkt eine Reihung der prinzipiellen Eignung von Flächen für PV-Freiflächenanlagen. Hierbei wären für eine vollständige Eignung (d.h. 100%-ige Zustimmung aller Expert:innen mit entsprechender Einschätzung und Punktevergabe) insgesamt 100 Punkte zu vergeben. Kein Standort hat somit die volle Zustimmung der Expert:innen erhalten ohne ein Pflegekonzept eine PV-Freiflächenanlage zu errichten. Beispielsweise haben sieben der 30 Befragten angegeben, dass auch auf vollversiegelten Flächen eine PV-Freiflächenanlage nur mit Pflegekonzept errichtet werden sollte, während 23 der Befragte einer Errichtung ohne Pflegekonzept zustimmten. Daraus ergibt sich eine Punkteanzahl von 89,5 für große, vollversiegelte Flächen, die insgesamt die höchste Punktezahl erreicht hat und daher am ehesten als geeignet bewertet wurde für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen. Bei Ackerflächen innerhalb eines Biotopverbundes hat hingegen nur eine Person für einen Ausbau ohne Pflegekonzept, haben 19 Personen für einen Ausbau mit Pflegekonzept und 8 Personen für keinen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen gestimmt. Zwei Personen haben keine

Bewertung angegeben. Dies führt zu einer niedrigen, aber dennoch positiven Punktebewertung, für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen. Standorte, bei denen mehr als die Hälfte der Befragten für keinen Ausbau gestimmt haben, wurden nicht weiter gewichtet, da hier eine negative Punktebewertung oder null Punkte das Ergebnis wären. Deutlich wird aus den Ergebnissen, dass PV-Freiflächenanlagen prioritär für bereits versiegelte, intensiv genutzte bzw. ohne hohe nachweisbare Biodiversität ausgestattete Flächen geeignet sind. PV-Freiflächenanlagen können in einigen Fällen im Vergleich zum bestehenden Zustand die Biodiversität fördern (z.B. bei intensiv genutzter Mahd oder Ackerfläche), in vielen Fällen sind sich die Expert:innen einig, dass PV-Freiflächenanlagen jedenfalls negative Wirkungen entfalten. Standorte, die nicht in der nachfolgenden Tabelle angeführt sind, wurden überwiegend als nicht geeignet von den Expert:innen bewertet. Das heißt es sollten tatsächlich nur die angeführten Standorte, im besten Fall gemäß der erzielten Reihung, für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen laut den Ergebnissen der Expert:innen-Befragung gewählt werden.

Tab. B-6: Empfehlungen für Eignungsflächen für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen, Quelle: eigene Ergebnisse

Standort	Erzielte Punkte - absteigende Reihung
Große, vollversiegelte Flächen (Parkplätze, alte Flugzeuglandebahnen)	89,5
Flächen innerhalb von Industrie- bzw. Gewerbegebieten	69,5
Deponien generell	67,5
Verkehrsnebenflächen generell	64
Vorbelastete Abfalldeponien oder Altlastflächen	63
Flächen mit einer hoher Bodenverdichtung	59,5
Flächen in unmittelbarer Nähe von Gewerbe- und Industriegebieten	59
Flächen im Nahebereich hochrangiger Verkehrsinfrastruktur (inkl. Verkehrsnebenflächen von Flugplätzen)	58,5
Flächen für die Windkraftnutzung, sofern gemeinsam mit Windkraftanlagen geplant / umgesetzt	55
Flächen im Nahebereich von Kraftwerken oder Hochspannungsleitungen generell	53,5
Siedlungsbrachen und sonstige brachliegende, ehemals baulich genutzte Flächen	49,5
Überwiegend unversiegelte Industriebrachen	44,5
Altdeponien im fortgeschrittenen Sukzessionsstadium	43,5
Intensivgrünland	40,5
Abbaugruben, Bergbauhalden generell	34
Ertragsarme Ackerfläche	32,5
Grünlandbrachen und Sukzessionsflächen	29

Künstliche Gewässer	23,5
Intensive Ackerfläche	21,5
Überwiegend unversiegelte Militärfächen	16
Ackerflächen innerhalb eines Biotopverbundes	7

B-6 Diskussion der Ergebnisse

Betrachtet man die Wirkungsbewertungen der Standard PV-Freiflächenanlage (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept bzw. Biodiversitätsmaßnahmen) zur pflanzlichen Diversität bezüglich der am häufigsten bewerteten Artengruppen "Gefäßpflanzen" bzw. Habitate "extensives Grünland", zeigt sich, dass die Befragungsergebnisse für Österreich durchaus auch die Ergebnisse aus der Literaturrecherche (Feldstudien aus z. B. Südfrankreich, Tschechische Republik, Großbritannien - siehe auch Kapitel B-5.1.6), widerspiegeln. Während durch PV-Freiflächenanlagen mit naturschutzfachlichen Pflegekonzepten in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen potenziell eher Vorteile für die Pflanzenvielfalt gegeben sind (gemäß aktueller mitteleuropäischer Literatur, siehe auch Kapitel B-5.1.6), zeigen die Einschätzungen aus der Befragung für Österreich, dass durch den Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen ohne naturschutzfachlichem Pflegekonzept hauptsächlich mit Nachteilen für die Pflanzenvielfalt gerechnet werden muss. Für die naturschutzfachlich sensibleren Referenzstandorten (Magerwiesen, Trockenrasen und Halbtrockenrasen, Feuchtwiesen), bzw. auch für Brach- und Ruderalflächen, fallen die Bewertungen bezüglich der Wirkungen von Standard PV-Freiflächenanlage (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept bzw. Biodiversitätsmaßnahmen), für extensives Grünland bzw. für Gefäßpflanzen, überwiegend negativ aus. Auf den naturschutzfachlich sensibleren Referenzstandorten (Magerwiesen, Trockenrasen und Halbtrockenrasen) in grünlanddominierten Landschaften der Becken & Talböden, Hügelländer und des Berglandes, bzw. der Komplexlandschaften mit Obst und Weinbau, fallen die Wirkungsbewertungen überwiegend als "Verschlechterung mittel" aus, wobei "temporäre Wirkungen auf die Vegetation" und "Auswirkungen auf den Genaustausch" häufig mit "Verschlechterung mittel" bzw. "Verschlechterung groß" bewertet wurden. Hingegen wurden "Auswirkungen durch Verdrängung und Verlust von Arten" und "Auswirkungen auf lichtliebende Arten", bezüglich Gefäßpflanzen, auf denselben Referenzflächen und Kulturlandschaftstypen häufig mit "Verschlechterung gering" bewertet. Zwei Bewertungen beurteilen auch die Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept bzw. Biodiversitätsmaßnahmen) auf Gefäßpflanzen bzw. extensives Grünland für die naturschutzfachlich sensiblen Referenzstandorte der Trocken- und Halbtrockenrasen bzw. Feuchtwiesen im Kontext einer "Kulturlandschaft mit ausgeprägtem Ackerbau": die durchschnittliche Beurteilung fällt auch in diesem Landschaftskontext mit "Verschlechterung mittel" aus. Eine einzelne Bewertung bezüglich Wirkungen auf Gefäßpflanzen für die Referenzfläche "Trockenrasen" im Kulturlandschaftskontext der "grünlanddominierten Landschaften der Hügelländer" überrascht. Hier wurden die permanenten Auswirkungen auf die Vegetation und die Auswirkungen auf den Genaustausch mit verbessert ("Verbesserung gering", bzw. "Verbesserung mittel") eingeschätzt. Auch die Bewertungen von Standard PV-Freiflächenanlage (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept bzw. Biodiversitätsmaßnahmen) bezüglich der Wirkungen auf Orchideen, unterscheiden sich von den Bewertungen bezüglich Wirkungen auf Gefäßpflanzen des allgemeinen und extensiven Grünlands: Bezüglich der Wirkungen auf Orchideen wurde für alle Wirkungskategorien ausschließlich die Bewertung "Verschlechterung gering" angegeben (unabhängig vom Referenzstandort bzw. Landschaftskontext), somit wurde die Wirkung auf Orchideen, im Vergleich, besser beurteilt. Ebenso mit "Verschlechterung gering" wurde die Wirkung auf Streuobstbestände eingeschätzt. Auch die Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept) auf Saftlinge und Wiesenpilze generell, wurde überwiegend mit "Verschlechterung gering" bewertet.

Die im Fragebogen am häufigsten bewertete Artengruppe der Vögel wurde auch bereits in der vorhandenen mitteleuropäischen Literatur relativ gut untersucht (insbesondere Feldstudien aus Deutschland - siehe auch Kapitel B-5.1.2). Der größte Teil der Bewertungen im Fragebogen bezüglich der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen (ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept bzw. Biodiversitätsmaßnahmen) auf Vögel betrafen "Brachen" als Referenzflächen (n=5), teilweise im Kontext von "Kulturlandschaften mit ausgeprägtem Ackerbau" (n=3). Im Mittel (über alle Wirkungskategorien) wurden Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen ohne naturschutzfachliches Pflegekonzept auf vormals Brachflächen und in ausgeprägten ackerbaulichen Landschaften mit

"Verschlechterung mittel" beurteilt. Hier zeigt sich, dass im Unterschied zu den Ergebnissen aus der Literaturrecherche (Feldstudien Deutschland), Freiflächenanlagen ohne ein naturschutzfachliches Pflegekonzept im Fragebogen für Österreich mit einer negativen Wirkung bezüglich Vögel bewertet wurden. Umgekehrt wird in der Literatur für Freiflächenanlagen mit Pflegekonzept in ackerbaulichen Regionen im Allgemeinen eher eine positive Wirkung auf Vögel abgeleitet (siehe auch Kapitel B-5.1.2). Die Bewertungen der Wirkungen auf "Insekten allgemein", fallen im Fragebogen im Vergleich zur Bewertung der Wirkungen auf Vögel oder pflanzliche Diversität heterogener aus: Bei der Bewertung der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen (ohne Pflegekonzept) auf "Insekten allgemein" überwiegen negative Wirkungsbeurteilungen (n=4, Referenzflächen meist zweischnittige Wiesen in ackerbaulichen Kulturlandschaften) - was sich wiederum auch mit den Ergebnissen aus der Literaturrecherche (vgl. Kapitel B-5.1.3) deckt. Jedoch beurteilt eine befragte Person die Wirkungen überwiegend mit "unverändert" (Referenzfläche: Alpiner Rasen, Kulturlandschaftstyp: Almen, Bergmäher und Naturrasen der subalpinen Stufe), und eine weitere überwiegend mit "Verbesserung mittel" (Referenzfläche: zweischnittige Wiese, im Landschaftskontext einer ehemaligen Deponie). Als Kommentare für die Bewertung mit "Verbesserung" werden die "Verbesserung der Wasserverfügbarkeit durch Beschattung, Schaffung von kleinräumigen Ökotonen und Verfügbarkeit von anderen Pflanzen" angeführt. Auch bezüglich der Bewertung von Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Schmetterlinge überwiegen negative Beurteilungen, wobei im Mittel die Wirkungen mit "Verschlechterung mittel" beurteilt wurde. Die für die Bewertung gewählten Referenzflächen und Kulturlandschaftstypen waren für Schmetterlinge sehr heterogen. Die Beurteilung der Wirkungen im Fragebogen auf Säugetiere fielen generell sehr heterogen aus: von drei ausgefüllten Fragebögen bewertete einer die Wirkungen mit überwiegend als "Verschlechterung mittel", ein weiterer mit "Verschlechterung gering" und ein dritter mit "Verbesserung groß". Bezüglich der Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Arthropoden gab es im Fragebogen nur eine Bewertung, welche im Mittel mit "Verschlechterung mittel" ausfiel, was sich jedoch auch inhaltlich mit den Ergebnissen aus der Literaturrecherche für Norditalien bzw. Südfrankreich deckt (vgl. auch Kapitel B-5.1.5). Eine Fragebogenbewertung betraf Wirkungsbewertungen auf Spinnentiere als auch Reptilien. Als Referenzflächen wurden für diese Bewertung Windwurfflächen gewählt und als Landschaftskontext wurden Waldbiotope in der Montanstufe festgelegt. Überwiegend fiel die Bewertung für Wirkungen durch den Bau- und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen auf Spinnentiere und Reptilien auf Windwurfflächen mit "Verschlechterung mittel" aus. Zusätzliche Kommentare für die Bewertung betrafen die: *"große negative Wirkung durch Förderung von standortfremden Kulturfolgern und Neozen, und die Habitat Degradierung durch den Verlust von Totholz und Strukturen"* für diese Lebewesen.

Aus methodischer Sicht muss die Heterogenität der Bewertungsgrundlagen und Ergebnisse vor dem Hintergrund einer geringen Fallzahl diskutiert werden. Trotz umfangreicher Bemühungen und ein hohes Problembewusstsein der Biodiversitäts-Community wurde nur eine Rücklaufquote von rund 10% erreicht. Damit wird die Interpretation der Ergebnisse erschwert. Gründe für die verhaltene Rücklaufquote könnten in der Komplexität der Thematik, die sich auch im Fragebogen niederschlagen musste, und der derzeit noch geringen praktischen Erfahrungen mit PV-Freiflächenanlagen in Österreich liegen.

Die Befragten konnten auch die von Ihnen zu bewertenden Referenzflächen spezifizieren, d.h. wie die Fläche vor Errichtung der Standard PV-Freiflächenanlagen genutzt wurde und in welchem Kulturlandschaftstyp diese liegt. Zudem durften die Taxa frei gewählt werden. Ziel dieses Vorgehens war es, die Erfahrung der Expert:innen möglichst präzise abzufragen. Die notwendige Aggregation erschwert die Interpretation der Ergebnisse aber nicht im Vergleich zu einer undifferenzierten Befragungsmethode.

Interessante Ergebnisse ergaben sich auf die Frage nach den Skaleneffekten. Auch hier erschwerte die Komplexität des Systems die Einschätzungen der Expert:innen. Dennoch scheint relativ klar, dass eine extensivere Flächennutzung, die neben der Stromproduktion auch die Entwicklung der Biodiversität erlaubt, bevorzugt wird, selbst dann, wenn dadurch der Gesamtflächenbedarf steigt.

B-7 Empfehlungen für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen

B-7.1 Allgemeine Empfehlungen aus Biodiversitätsperspektive

Die Ergebnisse aus der Literaturrecherche und der Expert:innen-Befragung im "Netzwerk Biodiversität" per online Fragbogen zeigen, dass Wirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf Biodiversität grundsätzlich abhängig vom untersuchten Habitat, bzw. der untersuchten Art / Artengruppe, der Referenzfläche (naturräumliche Beschaffenheit und Bewirtschaftung der Fläche vor Nutzung als PV-Freiflächenanlage) und des übergeordneten Landschaftskontexts sind.

- Entsprechend wird empfohlen, eine strategische Flächenplanung für den Bau- und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen vorzunehmen (auf allen möglichen Ebenen der Raumplanung).
- Grundsätzlich sollte die Standortwahl bzw. standortspezifische Ausschlusskriterien und ein standortangepasstes Umwelt- / Biodiversitätskonzept auf die im Zuge eines PV-Freiflächenausbaus jeweils beanspruchten Habitate, Arten / Artengruppen, Referenzflächen und den übergeordneten Landschaftskontext, angepasst werden.
- Basierend auf den knappen methodischen Überlegungen können die Ergebnisse sowohl der Literaturerhebung als auch der Expert:innen-Befragung einerseits in eine kohärente strategische Standortplanung eingebunden werden, andererseits aber auch für die Entwicklung eines multikriteriellen Bewertungssystems für eine konkrete flächenbezogenen Standortplanung verwendet werden (für die Entwicklung von naturwissenschaftlich und naturschutzfachlichen Indikatoren sowie für die Gewichtung von Zielsystemen, Indikatoren als auch Flächeneignungen untereinander).

Dennoch können einige generalisierte allgemeine Empfehlungen aus den Ergebnissen der Literaturrecherche und der Expert:innen-Befragung abgeleitet werden:

- Auf naturschutzfachlich sensibleren Standorten (Extensiv-Grünland bzw. auch für Brach- und Ruderalflächen), wird der Ausbau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen, aus Biodiversitätsperspektive, generell eher nicht empfohlen, da Bewertungen bezüglich der Wirkungen von Standard PV-Freiflächenanlagen auf die Pflanzen- bzw. Habitat-Vielfalt, bzw. bezüglich der Indikatororganismengruppen "Vögel" und "Insekten allgemein" überwiegend negativ ausfallen.
- Auf Landesebene ist es zielführend, standortspezifische Eignungszonen und Ausschlusskriterien zu definieren. Außerdem ist es sinnvoll, regional abgestimmte Zonierungspläne in Zusammenarbeit mit Naturschutz-Expert:innen auszuarbeiten.
- Bau und Betrieb einer PV-Freiflächenanlage sollten in jedem Fall unter Umsetzung eines fundierten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts durchgeführt werden. Dies betrifft sowohl kleinere PV-Freiflächenanlagen als auch Projekte, welche im Rahmen der RED III, bzw. im Rahmen des Erneuerbaren-Ausbau-Beschleunigungsgesetzes, in Vorrangs- oder Eignungszonen errichtet werden.
- Die Errichtung einer PV-Freiflächenanlage sollte naturschutzfachlich begutachtet, potenzielle Wirkungen geprüft, und standortangepasste naturschutzfachliche Pflegemaßnahmen entwickelt werden. Die Umsetzung derselben sollte im Bau und Betrieb begleitet und deren Wirkung evaluiert werden. Dadurch wäre es möglich, negative Folgen auf die Biodiversität zu mildern und allenfalls positive Folgen zu erhöhen.
- Auch eine mögliche kumulative Wirkung sollte für PV-Freiflächenanlagen geprüft werden.
- Um die Umsetzung dieser Maßnahmen abzusichern, könnten Förderungen für PV-Freiflächenanlagen an die Einhaltung standortspezifischer naturschutzfachlicher

Ausschlusskriterien bzw. standortspezifischer Eignung und die Umsetzung von naturschutzfachlichen Pflegemaßnahmen gekoppelt werden.

B-7.2 Standortspezifische Empfehlungen aus Biodiversitätsperspektive

Der Zustand der Biodiversität in Österreich, und auch Wirkungen bzw. Wechselwirkungen zwischen PV-Freiflächenanlagen und Biodiversität, sind bisher generell nur lückig, bzw. kaum- bis nicht repräsentativ untersucht. Im gegenständlichen Projekt wurde daher die Wirkung von PV-Freiflächenanlagen auf verschiedene Ebenen der Biodiversität (z. B. Landschaft, Habitate, Arten und Artengruppen) durch Literaturrecherche und ergänzende Expert:innen-Befragung, auf der Basis von Indikatorarten / Indikatorartengruppen bzw. Indikator-Habitat-Gruppen erfasst. Die Ableitung von Empfehlungen auf Basis von Indikatorarten lässt keine absolute Genauigkeit zu - sie dient jedoch dem Zweck, eine generalisierte, praxistaugliche Annäherung, basierend auf dem aktuellen Stand des Wissens, an möglichst breit gültige Empfehlungen zur Standortwahl und zur Umsetzung von Biodiversitätsmaßnahmen zu erzielen. Auf Basis der in der Literaturrecherche und der ergänzenden Expert:innen-Befragung abgeleiteten Ergebnisse, lassen sich aus Biodiversitätsperspektive, folgende generalisierte Empfehlungen ableiten:

- Sowohl auf Basis der Literaturanalyse als auch aufgrund der Ergebnisse der Expert:innen-Befragung kann aus Biodiversitätsperspektive generell empfohlen werden, den Bau- und Betrieb einer PV-Freiflächenanlage eher auf vollversiegelten Flächen oder in intensiv landwirtschaftlich genutzten Regionen (unter Umsetzung eines naturschutzfachlichen Pflegekonzepts) umzusetzen. Hingegen kann der Bau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen ohne Umsetzung eines naturschutzfachlichen Pflegekonzepts, generell nicht empfohlen werden.
- Für naturschutzfachlich sensiblere Standorte (Extensiv-Grünland bzw. auch für Brach- und Ruderalflächen) wird der Ausbau und Betrieb von PV-Freiflächenanlagen aus Biodiversitätsperspektive eher nicht empfohlen. Ein Grund sind die erwarteten Wirkungen auf Pflanzen- bzw. Habitat-Vielfalt, bzw. Wirkungen bezüglich der Indikatororganismengruppen "Vögel" und "Insekten allgemein".
- Für einige der untersuchten Indikatororganismengruppen (z. B. Orchideen, Säugetiere, Schmetterlinge, Arthropoden, Spinnentiere) sind die Ergebnisse aus Literaturrecherche und Befragung entweder zu heterogen gestreut, oder bezüglich Bewertungskontext zu speziell gestaltet, um generalisierte Empfehlungen ableiten zu können. Hierfür sind weiterführende repräsentative Untersuchungen empfehlenswert.

Aus Biodiversitätsperspektive wird generell empfohlen, dass sämtliche, von über 50% der Befragten als Ausschlusskriterien angeführte Standorte, als Ausschlusskriterien für Bau- und Betrieb einer PV-Freiflächenanlage festgelegt werden. Generell wird empfohlen, den Bau- und Betrieb einer PV-Freiflächenanlage unter Umsetzung eines standortangepassten naturschutzfachlichen Pflegekonzepts durchzuführen. Hierfür ist es zielführend, ausgehend von einer Ist-Zustandserhebung eine Wirkungsabschätzung bezüglich der zu erwartenden Umwelt- und Biodiversitätswirkungen durchzuführen. Basierend auf der Ist-Zustandserhebung kann unter Berücksichtigung der Wirkungsabschätzung ein profundes, standortangepasstes, naturschutzfachliches Pflegekonzept erstellt werden.

Zur Unterstützung bei der Zusammenstellung des naturschutzfachlichen Pflegekonzepts und der Priorisierung der darin enthaltenen Biodiversitätsmaßnahmen können die Ergebnisse der Expert:innen-Befragung als Richtlinie dienen. Zu den sechs höchstbewerteten Maßnahmen, die in Summe mehr als 50% der Punkte erhielten, zählen: Erhalt bestehender Biotopstrukturen, Keine Bauarbeiten während Brut- und Laichzeiten, Verzicht auf Dünge- und Pflanzenschutzmittel, Standort-

und Vegetationsabhängige Festlegung von Mahdzeitpunkt, Frequenz, Umfang (d.h. alternierende Mahd) und Mähgutverbringung (Mahdhöhe mind. 10cm), maximal 40-50% Flächenüberdeckung, Flächenmanagement: Standortangepasste, extensive Bewirtschaftung und Pflege (inklusive Verwendung standortangepasstes Saatgut bzw. Gehölze). Zudem wurde die Bedeutung des Abtransports des Mähgutes und die Problematik des Mulchens aus Biodiversitätssicht wiederholt hervorgehoben.

B-8 Literatur

- Amt der NÖ Landesregierung (2023). Widmungsart Grünland-Photovoltaikanlagen. Ein Leitfaden zur Ausweisung im Flächenwidmungsplan. St. Pölten. Unter: https://www.pvaustria.at/wp-content/uploads/2020-03-06-Leitfaden_PV-Freifl%C3%A4che-NOE.pdf Am: 07.05.2024
- Amt der OÖ Landesregierung (2022). OÖ Photovoltaik Strategie 2030. Linz. Unter: https://www.land-oberoesterreich.gv.at/files/publikationen/ooe_photovoltaike_strategie_2030.pdf Am: 07.05.2024
- Amt der Steiermärkischen Landesregierung (2021). Leitfaden zur Standortplanung und Standortprüfung für PV-Freiflächenanlagen. Prüflisten 2020. Graz. Unter: https://www.verwaltung.steiermark.at/cms/dokumente/11682131_79305527/5dd8d465/PV_Pr%C3%BCflisten_%C3%9Cberarbeitung_Letzversion_12042021.pdf Am: 07.05.2024
- Armstrong A., Ostle N. J., und Whitaker J. (2016). Solar Park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environmental research letters* 11 (7).
- Aytan A. (2022). Leitfaden - Förderung der Biodiversität auf Photovoltaik-Freiflächen. Im-plan-tat Raumplanungs GmbH & CoKG. Krems. Unter: https://www.im-plan-tat.at/wp-content/uploads/2022/04/Leitfaden_PV_Freiflaechen_final.pdf Am: 07.05.2024
- Badelt O., Brendel R., Gewohn T., von Haaren C., Matthies S., Niepelt R., Stratmann M., und Wiehe J. (2020). Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE). Institut für Solarenergieforschung GmbH Hameln/Emmerthal und Leibniz Universität Hannover. Unter: https://www.umwelt.niedersachsen.de/startseite/aktuelles/publikationen/klimaschutz_amp_energie/publikationen-klimaschutz-und-energie-8854.html Am: 08.05.2024
- Barre K., Baudouin A., Chartendrault V., Froidevoux J., und Kerbiriou C. (2023). Insectivorous bats alter their flight and feeding behaviour at ground-mounted solar farms. *Journal of Applied Ecology*. 61: 328-339.
- Bauer T., Buchberger E., Dittrich E., und Schrabauer J. (2022). Sektorales Raumordnungsprogramm über Photovoltaikanlagen im Grünland in Niederösterreich. Methodenbericht zur Findung von Zonen für Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Amt der NÖ Landesregierung. s.l..
- Bayrisches Landesamt für Umwelt (2014). Praxis Leitfaden für die Ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Oberkotzau. Unter: [StartClim2023.B](https://www.bestellen.bayern.de/application/eshop_app000007?SID=607417519&ACTIONxSESSxS HOWPIC(BILDxKEY:%27lfu_nat_00209%27,BILDxCLASS:%27Artikel%27,BILDxTYPE:%27PDF%27) Am: 07.05 2024</p><p>BGBL I Nr. 150/2021 (2023). Bundesrecht konsolidiert: Gesamte Rechtsvorschrift für Erneuerbaren-Ausbau-Gesetz, Fassung vom 11.03.2023.</p><p>Biesmeijer K., de Goede W., Koot J., Thijssen C., und Wit F. (2020). The effects of solar parks on plants and pollinators: the case of Shell Moerdijk. <i>Naturalis Biodiversity Center</i>. Leiden.</p><p>BirdLife Österreich (2023a). Kriterien für eine naturverträgliche Standortsteuerung für Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Kriterien für die Errichtung und den Betrieb einer naturverträglichen Photovoltaik-Freiflächenanlage. Version 2.0. Wien.</p><p>BirdLife Österreich (2023b). Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Vogelschutz in Österreich - Konflikt oder Synergie? Wien.</p><p>Blaydes H., Armstrong A., Potts S. G., und Whyatt J. D. (2021). Opportunities to enhance pollinator biodiversity in solar parks. <i>Renewable and Sustainable Energy Reviews</i>. Elsevier. Vol.145(C).</p><p>Blome P., Duncker T., Ebenbichler R., Nils R., Patauner E., und Riedel J. (2022). Photovoltaik Freiflächenpotenzial in Tirol - GIS-basierte Abschätzung der Photovoltaik-Freiflächenpotenziale in</p></div><div data-bbox=)

- Tirol. Innsbruck. Unter: https://www.tirol.gv.at/fileadmin/themen/umwelt/wasser_wasserrecht/PV-FREIFLAECHEN-Bericht-fi.pdf Am: 07.05.2024
- BMK (2020). Energiewende: Sonnenstrom-Produktion auf 1 Million Dächer in Österreich. In: BMK Infothek, Kategorie Innovation & Technologie. Wien. Unter: <https://infothek.bmk.gv.at/photovoltaik-eine-million-daecher-programm/> am: 12.03.2023
- BMK (2022). Energie in Österreich – Zahlen, Daten, Fakten. Bundesministerium für Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien. Unter: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/publikationen/zahlen.html> am 11.03.2023
- BMK (2024). Integrierter österreichischer Netzinfrastukturplan. Wien. Unter: <https://www.bmk.gv.at/themen/energie/energieversorgung/netzinfrastukturplan.html> Am: 09.05.2024
- BSW und NABU (2021). Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Bundesverband Solarwirtschaft & Naturschutzbund Deutschland. Berlin. Unter: https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210505-nabu-bsw-kriterien_fuer_naturvertraegliche_solarparks.pdf Am: 07.05.2024
- Dallhammer E., Hrdliczka R., Koscher R., und Proksch T (2021). Rahmenrichtlinie Photovoltaikanlagen auf Freiflächen für das Burgenland 2020. ÖIR GmbH. Wien. Unter: https://www.burgenland.at/fileadmin/user_upload/Downloads/Buerger_und_Service/Kundmachung_n/2021/PV_Rahmenrichtlinie_2020_50.pdf Am: 07.05.2024
- Die neue Volkspartei, & Die Grünen (s.a.). Aus Verantwortung für Österreich - Regierungsprogramm 2020 – 2024. s. l. Unter: <https://www.bmkoes.gv.at/Ministerium/Regierungsprogramm.html> Am: 26.09.2024
- Demuth B., Maack A., und Schumacher J. (2019). Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Planung und Installation mit Mehrwert für den Naturschutz. In: Klima- und Naturschutz: Hand in Hand - Ein Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte, Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros. Heft 6. Bundesamt für Naturschutz. Unter: <https://www.bfn.de/publikationen/extern/klima-und-naturschutz-hand-hand-heft-6-photovoltaik-freiflaechenanlagen> Am: 07.05.2024
- Dullau S., und Zaplata M. K. (2022). Applying Ecological succession theory to birds in Solar parks: An Approach to address Protection and Planning. Land 2022, 11, 718.
- Fechner H. (2020). Ermittlung des Flächenpotentials für den Photovoltaik-Ausbau in Österreich: Welche Flächenkategorien sind für die Erschließung von besonderer Bedeutung, um das Ökostromziel realisieren zu können – mit Fokus auf bis 2030 realisierbare Potentiale auf anderen Flächen. Wien. Unter: <https://oesterreichsenergie.at/publikationen/dossiers-1/photovoltaik-ausbau-in-oesterreich> am 12.03.2023
- Fend S., Fleck D., und Leitner J. (2023). Entwicklungsprogramm für den Sachbereich Erneuerbare Energie - Solarenergie. Umweltbericht - zur strategischen Umweltprüfung (SUP). Graz. Unter: <https://www.landesentwicklung.steiermark.at/cms/beitrag/12916430/145230171/> Am: 07.05.2024
- Graham M., Ates S., Melathopoulos A., und Moldenke A. (2021). Partial shading by solar panels delays bloom, increases floral abundance during late-season für pollinators in a gryland, agrivoltaic ecosystem. Scientific Reports 11(1).
- Heindl M. (2016). Brutbestandsentwicklung von Braunkehlchen Saxicola rubetra und Grauammer Emberiza calandra auf einer Photovoltaik-Freiflächenanlage bei Demmin. Ornithol. Rundbr. Mecklenbg. Vorpomm., 48(3), 303–307. Unter: https://docplayer.org/112509303-Ornithol-rundbr-mecklenbg-vorpomm-band-48-heft-3-s.html#google_vignette Am: 08.05.2024

- Herden C., Rasmus J., und Gharadjedaghi B. (2009). Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen. BfN-Skripten 247. Bonn: Bundesamt für Naturschutz. Unter: https://www.gfn-umwelt.de/fileadmin/user_upload/referenzen/Naturschutzfachliche_Bewertungsmethoden_Fotovoltaik_2006.pdf Am: 08.05.2024
- Hietel E., Reichling T., und Lenz C. (2021). Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks. Maßnahmensteckbriefe und Checklisten. Hochschule Bingen. Unter: https://www.th-bingen.de/fileadmin/projekte/Solarparks_Biodiversitaet/Leitfaden_Massnahmensteckbriefe.pdf Am: 07.05.2024
- IPCC (2018). Summary for Policymakers. In: Global Warming of 1,5°. [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, H.-O. Pörtner, D. Roberts, J. Skea, P.R. Shukla, A. Pirani, W. Maufouma-Okia, C. Pean, R. Pidcock, S. Connors, J.B.R. Matthews, Y. Chen, X. Zhou, M.I. Gomis, E. Lonnoy, T. Maycock, M. Tignor, T. Waterfield]. Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York.
- KNE (2021a). Kriterien für eine naturverträgliche Gestaltung von Solar-Freiflächenanlagen. Übersicht und Hinweise zur Gestaltung. Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende. Berlin. Unter: <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/kriterien-fuer-eine-naturvertraegliche-gestaltung-von-solar-freiflaechenanlagen/> Am: 07.05.2024
- KNE (2021b). Kriterien für eine naturverträgliche Standortwahl für Solar-Freiflächenanlagen. Übersicht über die Einschätzung der Eignung verschiedener Flächentypen. Berlin. Unter: <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/kriterien-fuer-eine-naturvertraegliche-standortwahl-von-solar-freiflaechenanlagen/> Am: 07.05.2024
- Knoll T., Nutz J., Schwärzler D., und Woller F. (2022). Umweltbericht zum SekROP PV-Anlagen im Grünland in Niederösterreich. Knollconsult Umweltplanung ZT GmbH. Wien, Krems, Eisenstadt, Gratkorn. Unter: https://www.raumordnung-noe.at/fileadmin/root_raumordnung/land/landesentwicklungsplanung/Umweltbericht_inkl_Datenblaetter.pdf Am: 07.05.2024
- Kubelka V., Vondrka A. und J. Reif J. (2013). Ptáci fotovoltaických elektráren: pilotní výsledky z jižních Čech (Birds in photovoltaic power stations: pilot results from South Bohemia). Unter: https://www.researchgate.net/publication/315516917_Ptaci_fotovoltaickych_elektraren_pilotni_vysl_edky_z_jiznich_Cech_Birds_in_photovoltaic_power_stations_pilot_results_from_South_Bohemia Am: 08.05.2024
- Lambert Q., Bischoff A., Enea M., und Gros R. (2023). Photovoltaik power stations: an opportunity to promote European semi-natural grasslands? *Frontiers in Environmental Science*. 11.
- Land Burgenland (2023). Klimastrategie Burgenland 2030. Amt der burgenländischen Landesregierung. Eisenstadt. Unter: <https://www.burgenland.at/themen/klima/klimastrategie-2030/> Am: 07.05.2024
- Land Kärnten (2021). Die Kraft der Sonne nutzen - Leitfaden für die Standortplanung von Photovoltaikanlagen in Kärnten. Klagenfurt am Wörthersee. Unter: <https://www.ktn.gv.at/Themen-AZ/Details?thema=130&detail=1200> Am 07.05.2021
- Lieder K., und Lumpe J. (2011). Vögel im Solarpark – eine Chance für den Artenschutz? Unter: <http://archiv.windenergietage.de/20F3261415.pdf> Am: 08.05.2024
- Menta C. Andreoni M., Gatti F. Remelli S. und Sergi V. (2023). Can Grasslands in Photovoltaic Parks Play a Role in Conserving Soil Anthropod Biodiversity? *Life* 2023, 13, 1536.
- Mieritz T., Molkenthin-Kessler A., Tölle-Nolting C., Püschel D., Neuling E., Römer I., Mussbach J., Breitzkreuz L., Dullau S., Scholz S., Oldorff S., und Bax V. (2021). Der naturverträgliche Ausbau der Photovoltaik – Nutzung von Solartenergie in urbanen und ländlichen Räumen, auf Dächern und in der Fläche. Naturschutzbund Deutschland. Berlin. Unter:

<https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210421-nabu-infopapier-photovoltaik.pdf> am 12.03.2023

Mikovits C., Schauppenlehner T., Scherhauser P., Schmidt J., Schmalzl L., Dworzak V., Hampl N., und Sposato R.G., (2021). A spatially highly resolved ground mounted and rooftop potential analysis for photovoltaics in Austria. ISPRS Int. J. Geo-Inf. 10, 418.

Montag H., Parker G. und Clarkson T. (2016). The effects of solar farms on local biodiversity. A comparative study. Clarkson and Woods and Wychwood Biodiversity. Unter: https://www.clarksonwoods.co.uk/news/news_solarresearch.html Am: 08.05.2024

Parker G. E., und MacQueen C. (2013): Can solar farms deliver significant benefits for biodiversity? Roswell & McQueen. Unter: <https://assets.lightsourcebp.com/app/uploads/2022/12/29220530/Solar-and-Biodiversity-Report-Parker-McQueen-2013d.pdf> Am: 09.05.2024

Peschel R., Peschel T., Marchand M., und Hauke J. (2019). Solar parks - profits for biodiversity. bne/Bundesverband Neue Energiewirtschaft e. V.. Unter: https://www.bne-online.de/wp-content/uploads/201911_bne_study_biodiversity_profits_from_pv-1.pdf Am: 9.05.2024

Photovoltaic Austria (2022). Photovoltaik in der Landschaft. Planungsrichtlinie für PV-Freiflächenanlagen mit Weitsicht für Umwelt und Raum. Unter: https://pvaustria.at/wp-content/uploads/PV_Austria_Leitlinie_PV-FFA_final.pdf Am: 07.05.2024

Preißlinger M., Braun M., Hatt T., Huber G., Kepplinger P., Ploß M., und Roskopf T. (2020). Energieautonomie Vorarlberg 2050 - Gesamtszenarien für 2030 - Fokus Strom. Kurztitel: Szenarien Betrachtung 2030. Forschungszentrum Energie, Fachhochschule Vorarlberg, Energieinstitut Vorarlberg. Dornbirn. Unter: <https://www.energieinstitut.at/media/fh-vorarlberg-udn-energieinstitut-vorarlberg-szenarienbetrachtung-zur-energieautonomie-2030-fokus-strom.pdf> Am: 07.05.2024

RVS 04.01.11 (2017). Umweltuntersuchungen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie & Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Wien

RVS 04.03.15 (2015). Artenschutz an Verkehrswegen. Bundesministerium für Verkehr, Innovation und Technologie & Österreichische Forschungsgesellschaft Straße – Schiene – Verkehr. Wien

Schlegel J. (2021). Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. Zürcher Hochschule für angewandte Wissenschaften. Unter: https://digitalcollection.zhaw.ch/bitstream/11475/23607/3/2021_Schlegel_Literaturstudie-Freifl%C3%A4chen-PVA-und-Biodiversit%C3%A4t.pdf Am: 08.05.2024

Taylor R., Conway J., Gabb O., und Gillespie J. (2019): Potential ecological impacts of ground-mounted photovoltaic solar panels. Unter: <https://www.bsg-ecology.com/wp-content/uploads/2019/04/Solar-Panels-and-Wildlife-Review-2019.pdf> Am: 09.05.2024

Tinsley E., Froidevaux J., Jones G., Szabadi K. L., und Zsebök S. (2023). Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. Journal of Applied Ecology. 60: 1752-1762.

Tröltzsch P. und Neuling E. (2013). Die Brutvögel großflächiger Photovoltaikanlagen in Brandenburg. Vogelwelt 134 (3). S. 155-179. Unter: <https://www.vogelwelt.com/die-vogelwelt-bd-134-32013/> Am: 08.05.2024

Uldrijan D., Cerny M., Winkler J. (2022). Solar Park: Opportunity or threat for vegetation and ecosystem. Journal of Ecological Engineering. 23(11), 1-10.

United Nations (2015). Paris Agreement - Article 4. Unter: https://unfccc.int/sites/default/files/english_paris_agreement.pdf am 12.03.2023

B-9 Anhang

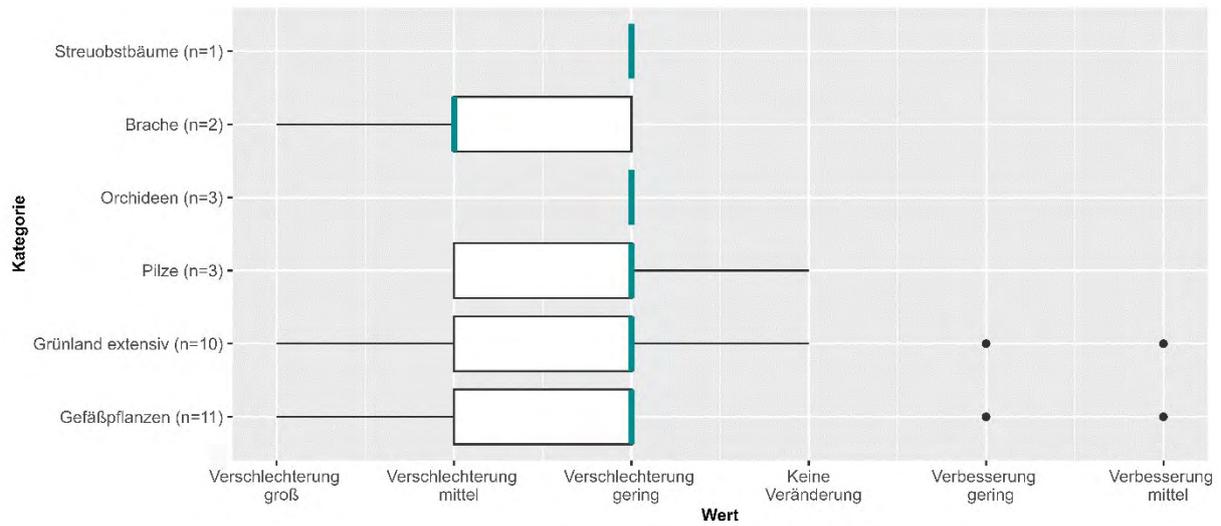


Abb. B-23: Übersicht über die Auswirkungen je Pflanzen/Habitat/Pilz-Gruppe (n = 30), Quelle: eigene Darstellung

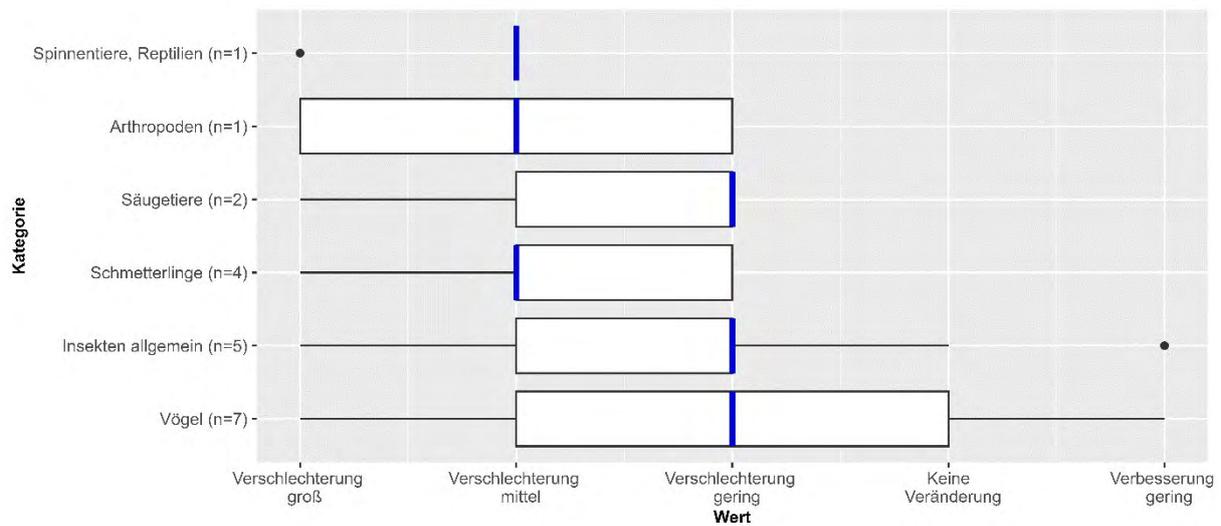


Abb. B-24: Übersicht über die Auswirkungen je Tiergruppe (n=21), Quelle: eigene Darstellung

Tab. B-7: Prozentuelle Angaben der Befragten zur Einschätzung verschiedener Standorte bezüglich deren Eignung für den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen (n=28), Quelle: eigene Ergebnisse

Standort	Ausbau möglich	Ausbau mit Pflegekonzept	Kein Ausbau	Keine Angabe
Geschützte und schützenswerte Lebensräume & Arten				
Naturschutzrechtlich verordnete Gebiete gemäß IUCN Kategorien I & II	NA	NA	100	0
Landschaftsschutzgebiete	NA	46	46	7
Alle anderen naturschutzrechtlich verordneten Gebiete in Österreich	NA	14	86	0
FFH-Lebensraumtypen außerhalb von Natura 2000 Gebieten	NA	29	71	0
Ökologisch hochwertige Flächen ohne Schutzstatus, die Biotoptypen gemäß der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Österreichs enthalten	NA	7	93	0
Fortpflanzungs-, Ruhestätten und essenzielle Rastflächen streng geschützter Arten (gemäß Roter Liste oder FFH-Richtlinie)	NA	4	96	0
Wuchs- und Fundorte streng geschützter Arten (gemäß Roter Liste oder FFH-Richtlinie)	NA	4	93	4
Flächen im Bereich von regionalen und überregionalen Wildtierkorridoren (inklusive Puffer, z.B. 250 m)	NA	29	68	4
Alpine Landschaften generell	NA	57	39	4
Grünland				
Intensivgrünland	14	75	11	0
Ein- und zweimähdige Wiesen	NA	39	61	0
Streuobstwiesen	4	29	68	0
Hutweiden	NA	21	75	4
Trockenrasen, Halbtrockenrasen	4	7	89	0
Magerwiesen	4	18	79	0
Feuchtwiesen, Überschwemmungswiesen, Schilfstandorte	NA	11	86	4
Niedermoorwiesen und andere Torflagerstätten	NA	NA	100	0
Quellen, Moore, Sümpfe	NA	NA	100	0
Brachen und Sukzessionsstreifen	NA	86	14	0
Acker				
Intensiv genutzte Ackerflächen (mit hohem Ertragspotenzial)	14	57	21	7
Ertragsarme bzw. unwirtschaftliche Ackerflächen	11	71	14	4
Ackersäume	NA	54	46	0
Ackerflächen innerhalb eines Biotopverbundes	4	64	29	4
Wald				
Wald außer Ertrag (Schutzwald außer Ertrag / Schutzgebiet)	NA	NA	96	4

Standort	Ausbau möglich	Ausbau mit Pflegekonzept	Kein Ausbau	Keine Angabe
Extensiver bewirtschafteter Ertragswald (z. B. Schutzwald in Ertrag, Einzelbaumentnahme)	NA	21	75	4
Wirtschaftswald (intensiver bewirtschafteter Wald, Altersklassenwald, Forst)	7	50	32	11
Gewässer & Gewässerrandbereiche				
Gewässer künstlich	4	75	18	4
Naturnahe Gewässer & Gewässerrandstreifen	NA	11	86	4
Flussauen inklusive Pufferabständen	NA	7	93	0
Anderweitig beeinflusste Lebensräume				
Überwiegend unversiegelte Militärflächen	14	54	25	7
Überwiegend unversiegelte Industriebrachen	14	75	7	4
Siedlungsbrachen und sonstige brachliegende, ehemals baulich genutzte Flächen	14	79	4	4
Flächen innerhalb von Industrie- bzw. Gewerbegebieten	39	61	NA	0
Flächen mit einer hoher Bodenverdichtung	29	61	NA	11
Deponien generell	39	57	NA	4
Altdeponien im fortgeschrittenen Sukzessionsstadium	11	79	7	4
Vorbelastete Abfalldeponien oder Altlastflächen	36	54	NA	11
Abbaugruben, Bergbauhalden generell	14	68	14	4
Verkehrsnebenflächen generell	32	64	NA	4
Große, vollversiegelte Flächen (Parkplätze, alte Flugzeuglandebahnen)	79	21	NA	0
Flächen für die Windkraftnutzung, sofern gemeinsam mit Windkraftanlagen geplant / umgesetzt	14	82	NA	4
Flächen im Nahebereich hochrangiger Verkehrsinfrastruktur (inkl. Verkehrsnebenflächen von Flugplätzen)	21	75	NA	4
Flächen in unmittelbarer Nähe von Gewerbe- und Industriegebieten	18	82	NA	0
Flächen im Nahebereich von Kraftwerken oder Hochspannungsleitungen generell	18	79	4	0