

	Abundanz	Gemeinschaft	Vielfalt	Physiologie	Verhalten	Reproduktion	Lebensraumveränderung	Landnutzung	Biomasse	Präsenz	Überleben/Mortalität	Ökosystemdynamik	Aktivität	Verteilung	Lebensraumvernetzung	Summe pro Taxon
Pflanzen	45	36	26	27		21	1		12	2	9	2				181
Arthropoden	29	21	22		24	4	11		1				1		1	114
Vögeln	9	9	11		3	2	2				3			3		42
Mikroorganismen	13	9	7	2					1			2				34
Ökosystem							10	16				6				32
Fungi	2	1								7						10
Nichtfliegende Säugetiere	1	1	1				2			1			1		2	9
Fledermäuse		2	2										2			6
Andere Tierarten										3						3
Gastropoden	1	1	1													3
Summe Auswirkungen	100	80	70	29	27	27	26	16	14	13	12	10	4	3	3	434

Sonja HÖLZL

Photovoltaik und Biodiversität: was wissen wir (noch nicht)?

Einerseits dienen Photovoltaik-Anlagen (PVA) dem Klimaschutz, andererseits nehmen sie potenziell viel Raum mit negativen Auswirkungen auf Arten und Lebensräume ein. Eine systematische Karte zeigt nun drei Wissenscluster, zu denen sich eine Synthese lohnt: Auswirkungen von PVA auf Pflanzen- und Arthropodengemeinschaften sowie auf Ökosysteme. Dagegen besteht noch Forschungsbedarf zu spezifischen Fragen der Anlagengestaltung allgemein und den Auswirkungen auf Säugetiere und Amphibien/Reptilien.

Für einen naturschutzverträglichen Ausbau von Erneuerbaren Energien wie PVA brauchen wir eine verlässliche Wissensbasis zu den negativen und positiven Auswirkungen auf Arten und Lebensräume. Neben inhaltlichen Synthesearbeiten (HARRISON et al. 2016; PESCHEL et al. 2019; SCHLEGEL 2021; PESCHEL & PESCHEL 2023) und der Bibliografie des Kompetenzzentrums Naturschutz und Energiewende (URL 1) ist nun eine systematische Matrix von LAFITTE et al. (2023) erschienen, die auf Metaebene für das Themenfeld Photovoltaik und Biodiversität

veranschaulicht, in welchen Bereichen eine solche Wissensbasis existiert und zu welchen Aspekten noch Forschungsbedarf besteht. Aus diesem Anlass greife ich ausgewählte Studien beziehungsweise Aspekte heraus, die mit Eindruck der Synthesearbeiten weniger prominent diskutiert werden.

Seit 2020 wächst die Dichte an Veröffentlichungen zum Thema Photovoltaik und Biodiversität (LAFITTE et al. 2023). In ihrer Analyse betrachten Lafitte et al. (2023) 106 Studien, die

Abbildung 1:

Matrix über die Häufigkeit der in Studien betrachteten Zusammenhänge zwischen Organismengruppen und Art der Auswirkungen von Photovoltaikanlagen (nachgebildete, übersetzte Grafik aus: LAFITTE et al. [2023], Fig. 11, CC BY 4.0 DEED).

Tabelle 1:
Übersicht über die Studien-
beziehungsweise Wissens-
dichte zum Thema Photo-
voltaik und Biodiversität

	Breite Wissensbasis/ viele Beobachtungen	Mittlere Wissensbasis	Wissenslücken/ kaum Studien
Faktoren	Anwesenheit von am Boden installierten PVA	<ul style="list-style-type: none"> • Einzelne Paneele am Boden oder auf Dächern, • Management (Mahd, Beweidung, Renaturierung) 	<ul style="list-style-type: none"> • Verschiedene Installationsarten (Skala, Reihenbreite und -abstände, Höhe, Winkel, Sonnentrackingsysteme) und technologische Varianten • Kontext: vorherige Landnutzung, umgebende Lebensräume, Klima
Organismen	<ul style="list-style-type: none"> • Pflanzen • Arthropoden allgemein, insbesondere Bestäuber (Wildbienen, Tagfalter, Schwebfliegen) • Ökosysteme 	<ul style="list-style-type: none"> • Vögel • Mikroorganismen 	<ul style="list-style-type: none"> • Amphibien/Reptilien • Nichtfliegende Säugetiere • Fledermäuse
Auswirkungen	<ul style="list-style-type: none"> • Abundanz und Artenvielfalt • Artengemeinschaft • Pflanzen: Physiologie (Wuchshöhe, Samenbank) • Arthropoden: Verhalten • Ökosysteme: Lebensraumveränderungen, Landnutzung 		<ul style="list-style-type: none"> • Mortalität • Fragmentierung auf Landschaftsebene

insgesamt 440 Beobachtungen zu verschiedenen Aspekten um das Thema Photovoltaik und Biodiversität anführen (vergleiche Tabelle 1). Aufgrund der Datenlagen bietet sich demnach nur für drei Themencluster eine inhaltliche Synthese an: den Auswirkungen von PVA auf 1. Pflanzen- und 2. Arthropodengemeinschaften sowie auf 3. Ökosysteme. Thema der Studien waren vor allem, wie sich die Anwesenheit der PVA sowie zu geringerem Anteil, wie sich das Flächenmanagement auswirkt. Welche Effekte die Art der Installation hat, betrachten Studien kaum – und fast ausschließlich für Arthropoden. Wissenslücken bestehen vor allem hinsichtlich Amphibien/Reptilien und Säugetieren sowie Varianten der Installation, Konstruktion und Technologie – beispielweise wurde nur in den von LAFITTE et al. (2023) gefundenen Modellstudien erwähnt, ob mono- oder -polykristalline Paneele betrachtet wurden.

PVA haben signifikanten Einfluss auf das Mikroklima. Die Flächen unter den Paneelen von Freiflächen-PVA auf Grünland in England und Frankreich wiesen im Sommer geringere Luft- und Bodentemperaturen und eine höhere Bodenfeuchte auf als die Freiflächen zwischen den Paneelen (MAKARONIDOU 2020; LAMBERT et al. 2023). Unter den Paneelen war die Bodentemperatur im Sommer durchschnittlich um 5,2 °C

geringer, im Winter waren die Flächen zwischen den Paneelen (um 1,7 °C) kühler, im Sommer war es die Lufttemperatur zwischen den Paneelen, die auch tagsüber abgekühlt wurde (bis zu 2,5° C). Gleichzeitig reduzierte sich die Windgeschwindigkeit um 63 % (ARMSTRONG et al. 2016).

PVA können in Städten mit Dachbegrünung kombiniert werden (SATTLER et al. 2020). Ein solch grünes Dachdesign kam auch Pflanzen und Invertebraten im Olympischen Park in London zugute: das Mosaik aus verschiedenen Habitatstrukturen beherbergte 92 Pflanzenarten mit verschiedener Präferenz aus Nähe/ Distanz zu den PVA. 50 % der erfassten Invertebraten wurden als für den Naturschutz relevant eingestuft (NASH et al. 2016). In der Stadt München hatten PVA auf dem Dach einen marginalen Hitzeeffekt in unmittelbarer Umgebung, festgestellt über einen geringeren nächtlichen Kühleffekt im Vergleich zur Temperaturzunahme tagsüber (FASSBENDER et al. 2023).

Höher aufgestellte Paneele und breitere Zwischenreihen empfehlen sich, um artenreiches Grünland besser etablieren zu können (LAMBERT et al. 2023). Paneele entkoppelten in Frankreich bei Reihenbreiten von 2,5 m und Installationshöhe von 1 m beziehungsweise

2 m (Unter- und Oberkante) teilweise den Zusammenhang zwischen Klima und botanischen Artengemeinschaften. Unter anderem die Schattenwirkung bedingte auch in Großbritannien eine geringere Biomasse und Artenvielfalt unter den Paneelen (ARMSTRONG et al. 2016) und beeinflusste auch das Bodenmikroklima. Dazu gehörten reduzierte Interaktionen (Bodenorganismen, Bakterien, CO₂-Austausch) zwischen Boden und Pflanzen, gemittelt über den Niederschlag, Pflanzendeckung und Kohlenstoff- beziehungsweise Stickstoffgehalte (LAMBERT et al. 2023). Mahd und Beweidung sowie rotierende Paneele verringerten über dies hinaus den Aufwuchs von Pflanzen, die die Brandgefahr erhöhen (VAVERKOVÁ et al. 2022).

Vielfältige Blühressourcen maximieren den Nutzen von PV-Freiflächenanlagen für Bestäuber, besonders in ausgeräumten Landschaften (BLAYDES et al. 2022, 2024). Die Pflanzenvielfalt war in einer Vergleichsstudie über 15 PV-Freiflächenanlagen in Großbritannien der einflussreichste Faktor für die Abundanz beziehungsweise Vielfalt von Wildbienen, Schwebfliegen und Tagfaltern. Die Dichte an linearen Gehölzstrukturen spielte eine ebenso große Rolle, variierte allerdings nach Bestäubergruppe (BLAYDES et al. 2024). Das Bewertungsschema von MEYER et al. (2023) erlaubt es, regionale Saatmischungen nach Ihrem Nutzen für Bestäuber nach Blühfarbe, Blühzeitpunkt, Pflanzenfamilie und Vegetationsstruktur zu bewerten – je nach allgemeinen, ortsspezifischen Kriterien für die PVA, Verfügbarkeit auf dem Markt und Kosten.

Es konnte bisher keine Barrierewirkung von Freiflächen-PVA für mobile Tagfalterarten festgestellt werden. Die Durchlässigkeit einer 18 ha großen PVA in Frankreich (auf einer ehemaligen Tongrube) wies damit eine vergleichbare Durchlässigkeit für Tagfalter mit einer Ausbreitungsdistanz von mehr als 254 m auf wie die umgebenden Weinanbauflächen und weitere Tagfalter-Lebensräume (GUILLER et al. 2017). Zwischen den Reihen als auch unter den Paneelen wurde spät (bis August) gemäht. Für weniger mobile Arten waren die Ergebnisse nicht signifikant und die Autoren vermuten, dass innerhalb der Flächen bereits ausreichend Blüh-/Nahrungsressourcen vorhanden sind.

Weißer Ränder und ein Aufstellwinkel von 75° der Paneele können die Fallenwirkung für wassersuchende Insekten verringern. Durch weiße Ränder verminderte sich die Anziehungs-

wirkung der Paneele für Eintagsfliegen, Steinfliegen, Zweiflügler und Stabheuschrecken (HORVÁTH et al. 2010). Auch der Aufstellwinkel (75° zogen am wenigsten Bremsen an) sowie Antireflexionsbeschichtungen (mattes Schwarz verringerte die Polarisierung am meisten, sowohl unter Sonneneinstrahlung als auch bei Bewölkung; SZÁZ et al. 2016) beziehungsweise bioreplizierte Deckschichten, etwa mit der Mikrotexur wie bei Rosenblättern (FRITZ et al. 2020), tragen zu einer geringeren Lichtverschmutzung durch die Paneele bei.

Fazit

Ein Update zu bisherigen Synthesearbeiten (HARRISON et al. 2016; Schlegel 2021) und zu den von LAFITTE et al. (2023) identifizierten Themenfeldern erscheint daher sinnvoll und würde die breite Wissensbasis, inwiefern PVA als Lebensraum dienen können, aufbereiten. Das Wissen, inwiefern Solarpaneele hier interagieren und mit welchen Auswirkungen, verdichtet sich also, sodass die bisherigen qualitativen Kriterien gestützt werden. Das betrifft etwa technische Aspekte wie Oberfläche und deren Gestaltung mit etwa weißen Rändern. Auch gehören Anlageneigenschaften wie Aufstellungswinkel, Paneelabstände von mindestens 3,5 m und Paneelhöhen von mindestens 80 cm dazu (HIETEL et al. 2021; KNE 2021). Peschel und Peschel (2023) stellen ein Tool vor, mithilfe dessen sich der Reihenabstand gestalten lässt. Nicht zuletzt ist auch die Flächenanlage als extensiv begrünter Lebensraum, insbesondere für bestäubende Insekten, als auch dessen Pflege, entscheidend. Verschiedene Gestaltungsmöglichkeiten für Anlage und Pflege geben wiederum das KNE (KNE 2021), Maßnahmenvorschläge der Technischen Hochschule (TH) Bingen (HIETEL et al. 2021) oder auch Kataologe wie im Projekt EULE I und II (URL 2).

Literatur

- ARMSTRONG, A., OSTLE, N. J. & WHITAKER, J. (2016): Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. – *Environmental Research Letters* 11(7): 074016.
- BLAYDES, H., GARDNER, E., WHYATT, J. D. et al. (2022): Solar park management and design to boost bumble bee populations. – *Environmental Research Letters* 17(4): 044002.
- BLAYDES, H., POTTS, S. G., WHYATT, J. D. et al. (2024): On-site floral resources and surrounding landscape characteristics impact pollinator biodiversity at solar parks. – *Ecological Solutions and Evidence* 5(1): e12307.

- FASSBENDER, E., PYTLIK, S., ROTT, J. et al. (2023): Impacts of Rooftop Photovoltaics on the Urban Thermal Microclimate: Metrological Investigations. – Buildings 13(9): 2339 (Multidisciplinary Digital Publishing Institute).
- FRITZ, B., HORVÁTH, G., HÜNIG, R. et al. (2020): Bioreplicated coatings for photovoltaic solar panels nearly eliminate light pollution that harms polarotactic insects. – PLOS ONE 15(12): e0243296.
- GUILLER, C., AFFRE, L., DESCHAMPS-COTTIN, M. et al. (2017): Impacts of solar energy on butterfly communities in mediterranean agro-ecosystems. – Environmental Progress & Sustainable Energy 36(6): 1817–1823.
- HARRISON, C., LLOYD, H. & FIELD, C. (2016): Evidence review of the impact of solar farms on birds, bats and general ecology.
- HIETEL, E., REICHLING, T. & LENZ, C. (2021): Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks – Maßnahmensteckbriefe und Checklisten.
- HORVÁTH, G., BLAHÓ, M., EGRI, Á. et al. (2010): Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects: Polarized Light Pollution from Solar Panels. – Conservation Biology 24(6): 1644–1653.
- KNE (ed) (2021): Kriterien für eine naturverträgliche Gestaltung von Solar-Freiflächenanlagen.
- LAFITTE, A., SORDELLO, R., OUÉDRAOGO, D.-Y. et al. (2023): Existing evidence on the effects of photovoltaic panels on biodiversity: a systematic map with critical appraisal of study validity. – Environmental Evidence 12(1): 25.
- LAMBERT, Q., BISCHOFF, A., ENEA, M. et al. (2023): Photovoltaic power stations: an opportunity to promote European semi-natural grasslands? – Frontiers in Environmental Science 11.
- MAKARONIDOU, M. (2020): Assessment on the Local Climate Effects of Solar Photovoltaic Parks. – Lancaster University.
- MEYER, M. H., DULLAU, S., SCHOLZ, P. et al. (2023): Bee-Friendly Native Seed Mixtures for the Greening of Solar Parks. – Land 12(6): 1265.
- NASH, C., CLOUGH, J., GEDGE, D. et al. (2016): Initial insights on the biodiversity potential of biosolar roofs: a London Olympic Park green roof case study. – Israel Journal of Ecology and Evolution 62(1–2): 74–87.
- PESCHEL, R. & PESCHEL, T. (2023): Photovoltaik und Biodiversität – Integration statt Segregation! – Solarparks und das Synergiepotenzial für Förderung und Erhalt biologischer Vielfalt. – Naturschutz und Landschaftsplanung (NuL) 55(2): 18–25.
- PESCHEL, R., PESCHEL, T., MARCHAND, M. et al. (2019): Solarparks-Gewinne für die Biodiversität. – Bundesverband Neue Energiewirtschaft (bne) eV (Hrsg.), Berlin.
- SATTLER, S., ZLUWA, I. & ÖSTERREICHER, D. (2020): The “PV Rooftop Garden”: Providing Recreational Green Roofs and Renewable Energy as a Multifunctional System within One Surface Area. – Applied Sciences 10(5): 1791.
- SCHLEGEL, J. (2021): Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. – S. 72.
- SZÁZ, D., MIHÁLYI, D., FARKAS, A. et al. (2016): Polarized light pollution of matte solar panels: anti-reflective photovoltaics reduce polarized light pollution but benefit only some aquatic insects. – Journal of Insect Conservation 20(4): 663–675.
- VAVERKOVÁ, M. D., WINKLER, J., ULDRJAN, D. et al. (2022): Fire hazard associated with different types of photovoltaic power plants: Effect of vegetation management. – Renewable and Sustainable Energy Reviews 162: 112491.

URL 1: KNE-Auswahlbibliografie „Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Naturschutz“; www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE-Auswahlbibliografie_PV-FFA_Naturschutz.pdf.

URL 2: Evaluierungssystem für eine umweltfreundliche und landschaftsverträgliche Energiewende (EULE); www.hswt.de/forschung/projekt/1665-eule-ii.

Autorin



Sonja Hölzl

Jahrgang 1992

Sonja Hölzl studierte Staatswissenschaften, Ökologie und Umweltplanung sowie Naturressourcenmanagement in Passau und Berlin. Ihre interdisziplinäre Perspektive erweiterte sie in internationalen Projekten zu nachhaltiger Landnutzung, Biodiversität und Großen Beutegreifern (EU-Plattform). Seit 2020 betreut sie das Netzwerk Forschung für die Praxis an der ANL.

Bayerische Akademie für Naturschutz
und Landschaftspflege (ANL)
+49 8682 8963-75
sonja.hoelzl@anl.bayern.de

Zitiervorschlag

HÖLZL S. (2024): Photovoltaik und Biodiversität: was wissen wir (noch nicht)? – Anliegen Natur 46(2): online preview, 4 p., Laufen; www.anl.bayern.de/publikationen.