

Auswirkungen von Agriphotovoltaik auf die Vogelwelt der Agrarlandschaft

Abschlussbericht

AZ 37909

Oktober 2024

Prof. Dr. Michael Reich, M. Sc. Lara Diekmann
Institut für Umweltplanung
Leibniz Universität Hannover
Herrenhäuser Straße 2
30419 Hannover

gefördert durch



Deutsche
Bundesstiftung Umwelt

www.dbu.de

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	5
1 Hintergrund und Zielsetzung	6
2 Untersuchungsgebiet und Probeflächen	7
3 Methodik	8
3.1 Übersicht zur Vorgehensweise	8
3.2 Kartierung	10
3.3 Kamerafallen auf Feldebene	11
3.4 Kamerafallen auf Modulebene.....	12
3.5 Ergänzende Untersuchungen	12
4 Ergebnisse	13
4.1 Nachgewiesene Vogelarten.....	13
4.2 Habitatpräferenzen (Nachweise durch Kartierung)	15
4.3 Nachweise durch Kamerafallen.....	16
4.3.1 Nutzungshäufigkeiten	16
4.3.2 Veränderungen im Jahresverlauf	17
4.4 Nutzung der Module als Sitz- oder Singwarten	18
4.5 Nachweise durch ergänzende Untersuchungen	19
5 Diskussion	19
6 Öffentlichkeitsarbeit.....	21
7 Weiterer Forschungsbedarf.....	22
8 Literaturverzeichnis	23
Anhang I - Ausgewählte Nachweise durch Kamerafallen (KF) auf Feldebene	25
Anhang II - Ausgewählte Nachweise durch Kamerafallen (KF) auf Modulebene	31

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1: Die Schnittlauchfläche im Vordergrund (Bestand I) wurde bereits im September 2021 ausgesät (Foto: 24.10.2022).....	7
Abb. 2: Unter der APV-Anlage und auf der direkt angrenzenden Referenzfläche (rechts im Bild) wurde im September 2022 Schnittlauch ausgesät (Foto:18.11.2022).....	8
Abb. 3: Insgesamt wurden im Gebiet fünf Probeflächen untersucht, darunter vier landwirtschaftliche Flächen und eine Gehölzreihe.....	9
Abb. 4: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Beantwortung der Forschungsfragen.	9
Abb. 5: Jede Probefläche umfasste 12 Bewirtschaftungsstreifen (à 4 Reihen Schnittlauch), die jeweils durch Traktorspuren getrennt waren.	10
Abb. 6: Auf den Probeflächen APV und Referenz erfolgte eine Erfassung mit insgesamt 20 Kamerafallen, wobei jede der Probeflächen von Osten und Westen mit jeweils fünf Kameras überwacht wurde (links). Die Kameras wurden an der Unterkonstruktion der APV-Anlage oder an Metallstangen befestigt (oben).....	12
Abb. 7: Insgesamt wurden 10 Kameras mit Blick auf die Moduloberkanten installiert, von denen fünf die westliche und fünf die östliche Modulhälfte überwachen. Hier ein Bild der Kamera D-L.....	13
Abb. 8: Anzahl Tage mit Artnachweis auf den einzelnen Probeflächen für die zehn häufigsten, durch Kartierung nachgewiesenen Arten (sortiert nach Gesamtzahl der Tage mit Nachweis im Gebiet durch Kartierungen).....	15
Abb. 9: Anteil der Nachweise auf den beiden Probeflächen für jede Art mit mindestens drei Nachweisen im Untersuchungszeitraum (Anzahl Nachweise in Klammern hinter jeder Art), sortiert nach absteigendem Anteil auf APV.....	17
Abb. 10: Anzahl Kamerafotos mit Vogelnachweis auf der APV (n=775) und der Referenz (n=516) im Jahresverlauf, gezeigt sind je Monat die Anteile der vier häufigsten (=meiste Tagen mit Nachweis durch Kamerafallen) Arten.....	18
Abb. 11: Gesamtzahl an Vogelnachweisen auf den Modulen je Ordnung und Monat.....	19
Abb. 12: Bachstelze (<i>Motacilla alba</i>), aufgenommen durch KF 3.	25
Abb. 13: Bluthänfling (<i>Linnaria cannabina</i>), aufgenommen durch KF 4.	25
Abb. 14: Feldlerche (<i>Alauda arvensis</i>), aufgenommen durch KF 16.	26
Abb. 15: Goldammer (<i>Emberiza citrinella</i>), aufgenommen durch KF 1.....	26
Abb. 16: Hausrotschwanz (<i>Phoenicurus ochruros</i>), aufgenommen durch KF 10.	27
Abb. 17: Heidelerche (<i>Lullula arborea</i>), aufgenommen durch KF 5.....	27
Abb. 18: Jagdfasan (<i>Phasianus colchicus</i>), aufgenommen durch KF 2.	28
Abb. 19: Rebhuhn (<i>Perdix perdix</i>), aufgenommen durch KF 2.	28
Abb. 20: Ringeltaube (<i>Columba palumbus</i>), aufgenommen durch KF 8.	29
Abb. 21: Schafstelze (<i>Motacilla flava</i>), aufgenommen durch KF 17.	29
Abb. 22: Singdrossel (<i>Turdus philomelos</i>), aufgenommen durch KF 9.....	30
Abb. 23: Ringeltauben (<i>Columba palumbus</i>) auf den Modulen.	31
Abb. 24: Vögel verschiedener Ordnungen auf den Modulen, v. a. Sperlingsvögel.....	31
Abb. 25: Greifvögel auf den Modulen.....	32
Abb. 26: Nachweis einer Eulenart auf den Modulen noch während der Testphase.	32

Tabellenverzeichnis

Tab. 1: Im Untersuchungszeitraum von 12 Monaten wurden insgesamt 27 Kartiertermine durchgeführt (im Abstand von jeweils ca. zwei Wochen).	11
Tab. 2: Gesamtartenliste mit Anzahl der Tage mit Nachweis je Art (schwarz= Tage mit Nachweis durch Kartierung, blau= Tage mit Nachweis durch Kamerafalle) auf den einzelnen Probeflächen, absteigend sortiert nach Anzahl der Tage mit Nachweis insgesamt (unabhängig von Probefläche und Erfassungsmethode).	14
Tab. 3: Artenzahlen auf den Probeflächen und durchschnittliche Arten- und Individuenzahlen pro Kartiertermin mit Standardabweichung.	15
Tab. 4: Nachweise von Arten und Individuen durch Kamerafallen (KF) auf den beiden Probeflächen APV und Referenz (n=10 KF je Probefläche) sowie durchschnittliche Nachweise pro Kamerafalle mit Standardabweichung.....	16

Zusammenfassung

Agriphotovoltaik (APV) stellt die Kombination aus ackerbaulicher Nutzung und Energieerzeugung auf derselben Fläche dar. Diese Technologie kann somit die Flächeneffizienz steigern und die Konkurrenz um Fläche, die beim beschleunigten Ausbau der Erneuerbaren Energien insbesondere mit der Landwirtschaft auftreten kann, zu reduzieren. Welche Auswirkungen APV auf die Biodiversität hat, ist bisher jedoch nicht bekannt. Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurde erstmals der Einfluss einer APV-Anlage auf die Attraktivität der landwirtschaftlichen Flächen für Vögel der Agrarlandschaft untersucht. Die Untersuchung erfolgte an einer ca. 0,8 ha großen, hochaufgeständerten Anlage im Landkreis Lüchow-Dannenberg, bei der die Photovoltaikmodule horizontal in ca. 6 m über der für Schnittlauchanbau genutzten Ackerfläche montiert sind. Dabei wurden in einem Zeitraum von einem Jahr (363 Tage) sowohl regelmäßige Vogelkartierungen (ca. alle zwei Wochen) durchgeführt, als auch Kamerafallen eingesetzt, die im 10-minütigen Intervall Fotos machten. Die Ergebnisse zeigen, dass die APV auf die Anwesenheit der meisten Arten keinen negativen Einfluss zu haben scheint. Im direkten Vergleich mit einer angrenzenden Referenzfläche (gleiches Alter, gleiche Größe, gleiche Bewirtschaftung) wurden auf der APV mehr Arten und Individuen nachgewiesen, wobei es sich jedoch meist um relativ verbreitete, anpassungsfähige Arten handelt. Aber auch das stark gefährdete Rebhuhn (*Perdix perdix*) hatte deutlich mehr Nachweise auf der APV als auf der angrenzenden Referenzfläche und scheint gegenüber der Anlage kein Meideverhalten zu zeigen. Nachweise der Feldlerche (*Alauda arvensis*) erfolgten allerdings nicht auf der APV, sondern nur im Umfeld mit mindestens 40 m Abstand zu der Anlage. Abgesehen von Jungvögeln der Bachstelze (*Motacilla alba*) wurde zudem von keiner weiteren Art brutanzeigendes Verhalten beobachtet. Vermutlich aufgrund der relativ hohen Störungsintensität durch die Bewirtschaftung war für viele Vogelarten eine erfolgreiche Brut auf der Fläche nahezu unmöglich. Die relativ häufige Habitatnutzung der APV durch Vögel (z. B. zur Nahrungssuche) bedeutet daher nicht, dass die Fläche auch zur Reproduktion genutzt wird. Zusätzlich ist zu betonen, dass es sich um eine relativ kleine und langgezogene Anlage handelt, in der keine zentralen, überbauten Bereiche bestehen. Es besteht daher dringender weiterer Forschungsbedarf an größeren Anlagen, zu anderen Anlagentypen (mit vertikalen Modulen und Trackingsystemen), sowie in anderen landschaftlichen Kontexten (Umgebung, angebaute Kulturen auf der APV, etc.).

1 Hintergrund und Zielsetzung

In Deutschland soll der Anteil der Erneuerbaren Energien am Bruttostromverbrauch bis zum Jahr 2030 auf 80% ansteigen. Neben der Windenergie ist dabei v. a. die Stromerzeugung durch Photovoltaik von großer Bedeutung. Im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wird für das Jahr 2030 ein Zwischenziel von 215 Gigawatt installierter PV-Leistung in Deutschland formuliert (EEG 2024). Dies macht eine Verdreifachung des bisherigen jährlichen PV-Ausbaus von 7 GW auf 22 GW notwendig, wobei die Hälfte (11 GW) dieses zukünftigen Zubaus auf Freiflächen erfolgen soll (BMWK 2023). Der Ausbau von Photovoltaik wird also zu einem größeren Flächenbedarf für die Stromerzeugung und zu Nutzungskonflikten insbesondere mit der Landwirtschaft führen (VAN DE VEN et al. 2021; PASCARIS et al. 2021). Agriphotovoltaik (APV) könnte eine Möglichkeit sein, um diesen Herausforderungen zu begegnen. Bei APV ist eine Kombination aus landwirtschaftlicher Nutzung und Energieerzeugung durch Photovoltaik auf derselben Fläche möglich, wodurch die Flächeneffizienz gesteigert und der Flächennutzungsdruck im ländlichen Raum verringert werden können (ADEH et al. 2019; Fraunhofer ISE 2024; DINESH & PEARCE 2016). Diese Potenziale wurden auch politisch erkannt, sodass im EEG eine Stärkung besonderer Solarstandorte wie Agriphotovoltaik zusätzlich festgelegt (§ 37 Abs. 1 Nr. 4 EEG) und ein eigenes Ausschreibungssegment für solche Anlagen eingeführt wurde (EEG 2024).

Zugleich ist es notwendig, den Ausbau der Erneuerbaren Energien möglichst naturverträglich zu gestalten, um negative Auswirkungen auf die Biodiversität zu verhindern (REHBEIN et al. 2020). Auch die Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt formuliert das Ziel, dass die „Erzeugung und Nutzung erneuerbarer Energien [...] nicht zu Lasten der Biologischen Vielfalt“ gehen darf (BMUB 2007). Gerade für APV bestehen bisher jedoch große Erkenntnislücken, u. a. hinsichtlich der Auswirkungen auf die Biodiversität (GOMEZ-CASANOVAS et al. 2023). Die Errichtung solcher baulichen Anlagen führt zu Veränderungen der Landschaft und hat Effekte auf die Landnutzung, das Mikroklima, das Landschaftsbild und die Offenheit von Lebensräumen (ARMSTRONG et al. 2016; SIRNIK et al. 2024). Welche Auswirkungen dies auf Arten der Agrarlandschaft hat, ist bisher nicht erforscht. Vor allem Feldvögel, deren Brutpopulationen bereits stark abnehmen (EBCC/BirdLife/RSPB/GSO 2022; REIF et al. 2022), könnten von dieser Entwicklung besonders betroffen sein, da z. B. Auswirkungen auf Brutverhalten und Nahrungssuche denkbar sind. Einige Untersuchungen und Studien an Freiflächen-Photovoltaikanlagen (FF-PV) liefern erste Beobachtungen (HERNANDEZ et al. 2014; HERDEN et al. 2009; GABRIEL et al. 2018; TRÖLTZSCH & NEULING 2013; MONTAG et al. 2016; LANDECK et al. 2014). Demnach werden die Anlagen hauptsächlich zur Nahrungssuche und nur selten, von wenigen Arten zur Brut genutzt. Gleichzeitig können diese Anlagen aber vor allem in einer intensiven Agrarlandschaft positive Effekte auf Vogelarten haben, was u. a. mit der extensiven Flächennutzung und den neu entstandenen Strukturen wie Hecken am Rand der Anlagen zusammenhängt. Es ist jedoch fraglich inwieweit diese Erkenntnisse auf APV-Anlagen übertragbar sind, da die Konstruktionsweise (z. B. Anlagenhöhe, Modulabstände) und Flächennutzung (meist extensives Grünland auf FF-PV im Gegensatz zu (intensiver) landwirtschaftlicher Nutzung bei APV) deutlich unterscheiden. Wissenschaftliche Untersuchungen zu Auswirkung von APV-Anlagen auf die Biodiversität im Allgemeinen und die Vogelwelt der Agrarlandschaft im Besonderen liegen bisher nicht vor.

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes sollten deshalb erstmals die Auswirkungen einer APV-Anlage auf die Vogelwelt untersucht und folgende Fragen beantwortet werden:

- Welche Vogelarten nutzen die APV und Flächen in der Umgebung der Anlage?
- Unterscheidet sich diese Nutzung hinsichtlich der Artenzahlen und des Artenspektrums?
- Gibt es Unterschiede in der Häufigkeit der Nutzung zwischen der APV und direkt angrenzenden Bereichen?
- Ändert sich die Attraktivität der Flächen für Feldvögel im Jahresverlauf?
- Werden die APV-Module als Sitz- und Singwarten genutzt?

2 Untersuchungsgebiet und Probeflächen

Das Untersuchungsgebiet befindet sich im niedersächsischen Landkreis Lüchow-Dannenberg und liegt somit in der naturräumlichen Region des Wendlands. Die Region ist geprägt von landwirtschaftlichen Flächen (Acker und Grünland), die Landschaft wird strukturiert durch Hecken und Baumreihen. Ende 2021 wurde hier in Seerau in der Lucie auf einer Fläche der Firma Steinicke GmbH (Hersteller für Trockengemüse und -kräuter) eine APV-Anlage errichtet, die mehr als 700.000 kWh Strom produzieren soll. Die Anlage hat eine Größe von ca. 0,8 ha (37 m x 220 m) und liegt direkt angrenzend an das Betriebsgelände der Firma Steinicke GmbH. Die APV-Module (insgesamt 24 Modulreihen) befinden sich in ca. sechs Metern Höhe über der Ackerfläche, auf der ebenso wie auf der westlich direkt an die Anlage angrenzenden, gleichgroßen Referenzfläche im Herbst 2022 Schnittlauch ausgesät wurde. Auf den umgebenen Ackerflächen wurde ebenfalls Schnittlauch angebaut, diese Kulturen bestehen aber bereits seit 2021 bzw. 2018 (Abb. 1, Abb. 2). Bei Schnittlauch handelt es sich um eine mehrjährige Kultur (meist fünf Jahre), die in der Vegetationszeit (April bis September) mehrfach, ca. alle 2-3 Wochen, geerntet werden kann. Zusätzlich erfolgten im Untersuchungsgebiet in diesem Zeitraum mehrmals pro Monat Bewirtschaftungsmaßnahmen in Form von Düngung oder Pflanzenschutz. Von Mitte April bis Anfang September betrug der Zeitraum ohne Störungen der Fläche durch Bewirtschaftung oder Ernte unter der APV und der direkt angrenzenden Referenzfläche durchschnittlich 9,3 Tage ($\pm 8,4$ Tage). Die Bewirtschaftung kann somit als intensiv bezeichnet werden.



Abb. 1: Die Schnittlauchfläche im Vordergrund (Bestand I) wurde bereits im September 2021 ausgesät (Foto: 24.10.2022).



Abb. 2: Unter der APV-Anlage und auf der direkt angrenzenden Referenzfläche (rechts im Bild) wurde im September 2022 Schnittlauch ausgesät (Foto: 18.11.2022).

Im Rahmen dieses Forschungsprojektes wurden vier Probeflächen auf Ackerflächen (alle mit Schnittlauch-Anbau) für die Untersuchungen ausgewählt, die jeweils eine Breite von 12 Bewirtschaftungsstreifen (à 4 Reihen Schnittlauch) aufweisen. Hierbei wurde sich an der Breite der APV-Anlage orientiert, sodass alle Probeflächen die gleiche Flächengröße aufwiesen (ca. 37 m x 220 m). Zusätzlich wurde eine Gehölzreihe in die Untersuchungen mit einbezogen, die sich zwischen den Schlägen befindet. Insgesamt wurden also fünf Probeflächen untersucht (Abb. 3):

- 1) APV-Fläche (unter der APV-Anlage, Schnittlauch seit 2022)
- 2) Referenzfläche (direkt neben der APV-Anlage, Schnittlauch seit 2022)
- 3) Bestandsfläche I (Schnittlauch seit 2021)
- 4) Bestandsfläche II (mit optischem „Sichtschutz“ zur APV-Anlage durch Gehölzreihe, Schnittlauch seit 2018)
- 5) Gehölzreihe

3 Methodik

3.1 Übersicht zur Vorgehensweise

Der Untersuchungszeitraum erstreckte sich insgesamt über 12 Monate, um Erkenntnisse über die Auswirkungen von Agriphotovoltaik auf Vögel, sowohl für die Zeit der Jungenaufzucht, als auch für die

Standvögel im Winterhalbjahr zu erlangen. Die Untersuchung umfasste Kartierungen von Vögeln auf allen Probeflächen sowie ergänzende Erfassungen mit Hilfe von Kamerafallen auf den Probeflächen APV und Referenz (Abb. 4). Nach Methodentests im Sommer 2022, die u. a. dazu dienten eine optimale Konfiguration der Kamerafallen zu erreichen, startete die eigentliche Feldstudie mit systematischer Erfassung im November 2022 und endete im November 2023 (insgesamt 363 Tage).



Abb. 3: Insgesamt wurden im Gebiet fünf Probeflächen untersucht, darunter vier landwirtschaftliche Flächen (av=APV, ct=Referenz, e1=Bestandsfläche 1, e2=Bestandsfläche 2) und eine Gehölzreihe (tr).

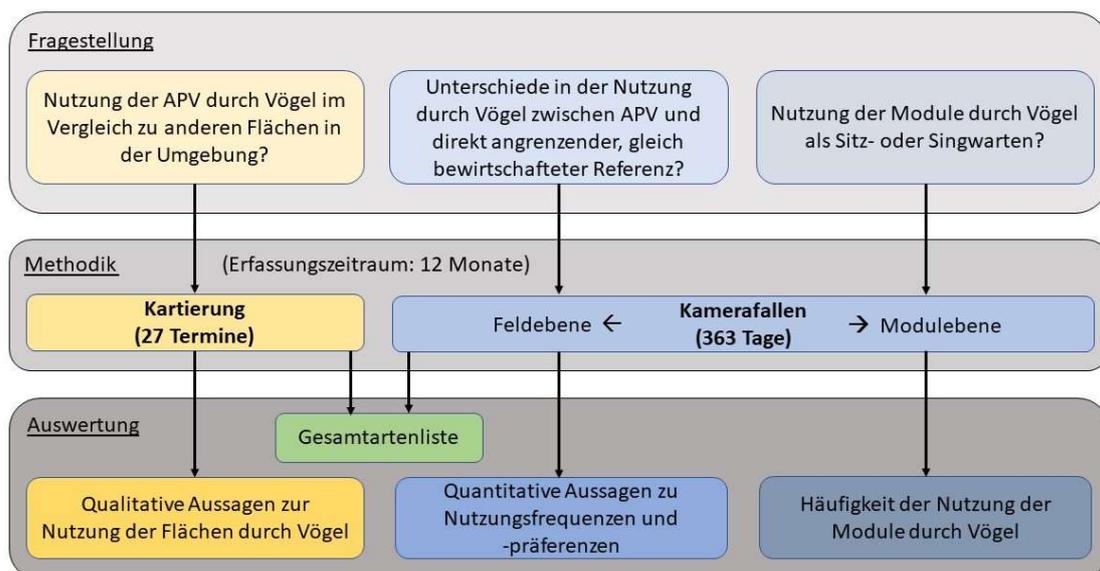


Abb. 4: Schematische Darstellung der Vorgehensweise zur Beantwortung der Forschungsfragen.

3.2 Kartierung

Im zwölfmonatigen Untersuchungszeitraum wurden in ca. zweiwöchigem Rhythmus an insgesamt 27 Tagen Vogelkartierungen durchgeführt (Tab. 1), wobei immer vormittags (i. d. R. zwischen 10 und 11 Uhr) an Tagen mit geeigneter Witterung (kein Dauerregen oder starker Wind) kartiert wurde. Die Kartierungen erfolgten angelehnt an die Punkt-Stopp-Methode (BIBBY et al. 2000; SÜDBECK et al. 2005). Mit dieser Methode lassen sich vollständige Artenlisten gewinnen, sowie Aussagen zur Stetigkeit des Auftretens treffen. Bei jeder Probefläche wurden die einzelnen Bewirtschaftungsstreifen (à 4 Reihen Schnittlauch) nacheinander für jeweils 1 Minute beobachtet und die Vögel auf der Fläche wurden notiert. Dann wurde zum nächsten Bewirtschaftungsstreifen weiter gegangen. Jede Probefläche umfasste zwölf Bewirtschaftungsstreifen (auf einer Gesamtbreite von 37 m). Die Beobachtungen erfolgten dabei vom Rand der Probeflächen aus, von wo aus man gut zwischen den einzelnen Schnittlauchreihen hindurchsehen konnte (Abb. 5). So mussten die Probeflächen nicht betreten werden, was ggf. Vögel aufgeschreckt hätte. An jedem Kartiertag erfolgte eine Erfassung der Feld-Probeflächen aus südlicher Richtung und eine aus nördlicher Richtung. Die Probefläche „Gehölzreihe“ wurde kartiert, indem beidseitig an ihr entlang gegangen wurde und in den Gehölzen befindliche Vögel notiert wurden. Insgesamt wurde somit jede Probefläche an jedem Kartiertag für 24 Minuten beobachtet, wobei die Erfassung der Vögel vor allem optisch mit Hilfe von Ferngläsern (Steiner Skyhawk 4.0, 8x42), aber auch akustisch (z. B. in der Gehölzreihe) erfolgte. Es wurden nur Vögel mit eindeutigem Flächenbezug auf einem Erfassungsbogen notiert (auf der Fläche sitzend, Ein- und Ausflüge, Landung, flächenbezogenes Jagdverhalten), jedoch keine Überflieger.



Abb. 5: Jede Probefläche umfasste 12 Bewirtschaftungsstreifen (à 4 Reihen Schnittlauch), die jeweils durch Traktorspuren getrennt waren.

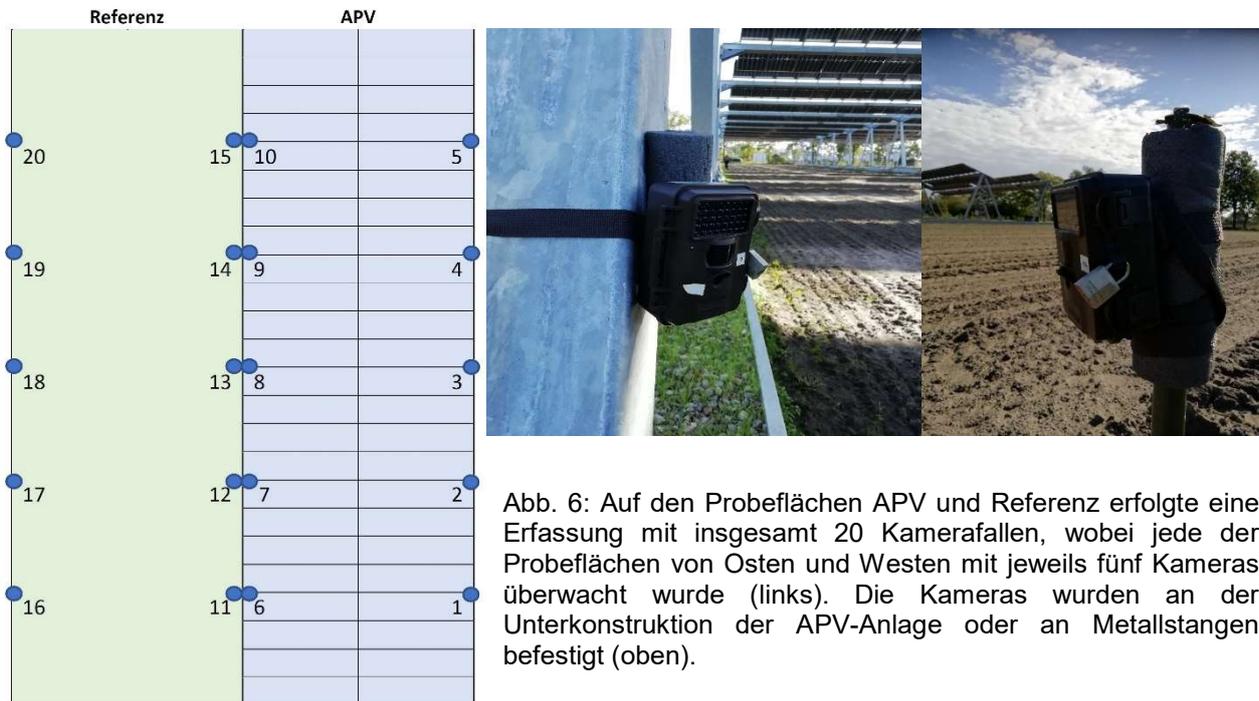
Tab. 1: Im Untersuchungszeitraum von 12 Monaten wurden insgesamt 27 Kartiertermine durchgeführt (im Abstand von jeweils ca. zwei Wochen).

lfd. Nr.	Datum	Uhrzeit	Wetter	Temperatur
1	08.11.2022	10:15	leicht bewölkt	13 °C
2	21.11.2022	10:00	leicht bewölkt	-1 °C
3	07.12.2022	10:00	leicht bewölkt	3 °C
4	22.12.2022	10:00	bedeckt	7 °C
5	03.01.2023	10:00	sonnig	6 °C
6	17.01.2023	10:15	leicht bewölkt	3 °C
7	31.01.2023	10:00	bedeckt	6 °C
8	14.02.2023	09:35	sonnig	9 °C
9	28.02.2023	10:30	sonnig	3 °C
10	17.03.2023	09:55	sonnig	11 °C
11	28.03.2023	10:00	sonnig	3 °C
12	11.04.2023	10:00	bedeckt, Schauer	9 °C
13	27.04.2023	10:25	leicht bewölkt	10 °C
14	08.05.2023	10:15	sonnig	18 °C
15	23.05.2023	10:25	völlig bedeckt	14 °C
16	06.06.2023	11:20	sonnig	25 °C
17	19.06.2023	10:05	völlig bedeckt	19 °C
18	07.07.2023	10:50	sonnig	23 °C
19	18.07.2023	10:00	sonnig	24 °C
20	29.07.2023	07:00	leicht bewölkt	19 °C
21	15.08.2023	11:50	bedeckt, Schauer	21 °C
22	29.08.2023	10:00	völlig bedeckt	16 °C
23	11.09.2023	10:10	sonnig	19 °C
24	25.09.2023	10:10	sonnig	14 °C
25	09.10.2023	11:30	regnerisch	15 °C
26	26.10.2023	10:35	völlig bedeckt	12 °C
27	06.11.2023	10:45	leicht bewölkt	11 °C

3.3 Kamerafallen auf Feldebene

Auf den Probeflächen „APV“ und „Referenz“ wurden die Kartierungen vor Ort durch eine Erfassung mit Kamerafallen ergänzt. So konnten für diese unmittelbar von der APV beeinflussten Flächen weitergehende quantitative Aussagen über Individuenzahlen, Beobachtungssummen und Nutzungsfrequenzen getroffen werden. Jede der beiden Probeflächen wurde dabei von 10 Kameras (jeweils fünf aus östlicher und westlicher Richtung) überwacht. Die Kameras (Doerr Snapshot) wurden in ca. 1 m über dem Boden montiert und leicht schräg nach unten fokussiert, um die Vögel im direkten Nahbereich der Kameras zu erfassen (Abb. 6). Die Kameras lösten zeitgesteuert aus, da eine infrarotbasierte Auslösung bei den kleinen Vogelarten unzuverlässig gewesen wäre, und machten jeweils im Intervall von 10 Minuten ein Bild (=144 Bilder pro Kamera und Tag). Die Erfassung mit

Kamerafallen lief über einen Zeitraum von 363 Tagen (08.11.2022 bis 06.11.2023), wobei in regelmäßigen Abständen die Daten der SD-Karten gesichert und die Batterien gewechselt wurden.



3.4 Kamerafallen auf Modulebene

Um die Attraktivität der Module als Sitzwarten für Vögel zu untersuchen, wurden 10 Kameras so installiert, dass sie die Moduloberkanten überwachten. Diese Kameras wurden mittig an der Unterkonstruktion der Anlage, nach oben gerichtet und leicht schräg montiert, sodass sie jeweils zwei Modulreihen und entweder die östliche Modulhälfte oder die westliche Modulhälfte überwachen (Abb. 7). Dabei waren immer zwei Kameras in einer Modulreihe platziert (eine nach Osten, eine nach Westen geneigt), sodass es insgesamt fünf Kamerastandorte gab, die jeweils vier Modulreihen auseinander lagen. Auch die Kameras auf Modulebene arbeiteten zeitgesteuert (nicht infrarotauslösend), wobei jede Kamera im Intervall von 10 Minuten ein Foto machte. Genau wie auf Feldebene wurden auch hier die Daten auf den SD-Karten regelmäßig gesichert und die Batterien gewechselt und die Erfassung erfolgte über einen Zeitraum von 363 Tagen. Aufgrund einer hohen Ausfallquote der Kamerafallen auf Modulebene (Komplettausfall von fünf Kameras ab August 2023), wurden bei der Auswertung jedoch nur die Daten von fünf Kameras ausgewertet. Da jedoch an jedem Kamerastandort nur eine der jeweils zwei Kameras ausfiel, konnten dennoch alle fünf Kamerastandorte in die Auswertung mit einfließen.

3.5 Ergänzende Untersuchungen

Im Rahmen von studentischen Abschlussarbeiten fanden ergänzende faunistische Untersuchungen statt. So wurden die Vogelerfassungen im Rahmen des Forschungsprojektes zusätzlich ergänzt durch Aufnahmen von zwei Bird-Recordern (Song Meter Micro der Fa. Wildlife Acoustics), die während der Brutzeit (seit dem 17.03.2023 bis 17.07.2023) jeweils 2 Stunden vor und 2 Stunden nach Sonnenaufgang und Sonnenuntergang die Vogelstimmen im Gebiet aufzeichneten. Dies ermöglichte

Nachweise von Arten, die durch die Kartierung selbst ggf. nicht nachgewiesen werden konnten, im Gebiet aber dennoch vorkamen. Darüber hinaus fand eine Erhebung der Nutzung durch Säugetiere unter der APV-Anlage und auf der Referenzfläche statt. Hierfür wurden Kamerafallen verwendet (insgesamt 6 pro Probestfläche), die im Infrarotmodus auslösten.

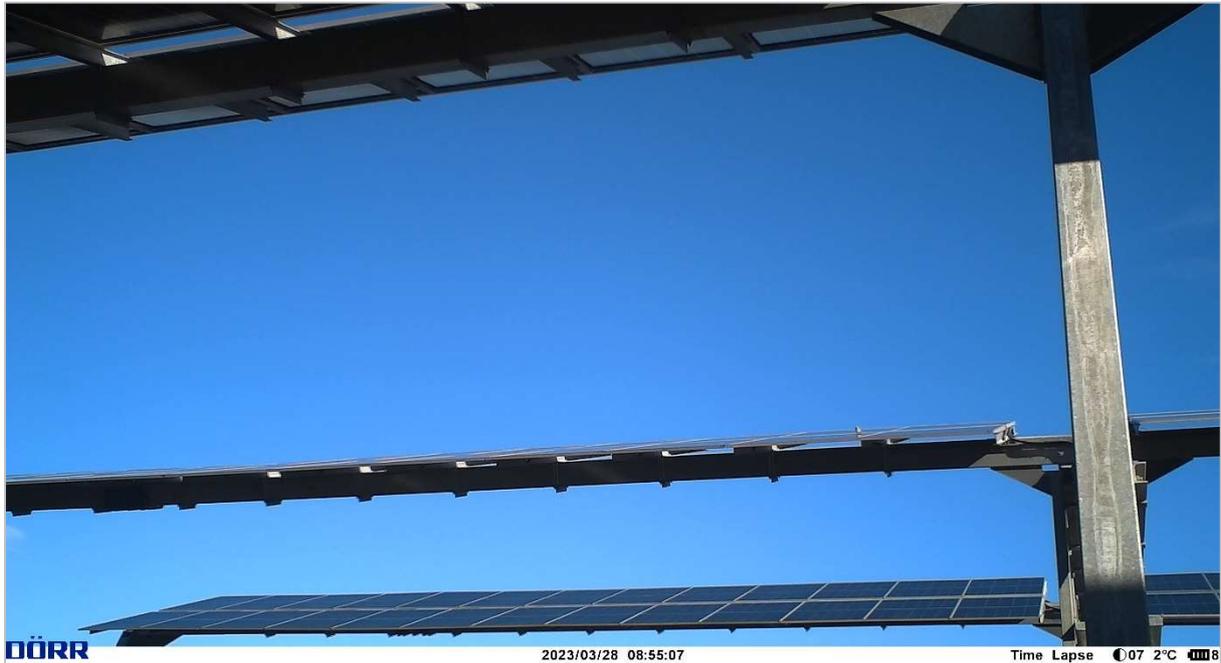


Abb. 7: Insgesamt wurden 10 Kameras mit Blick auf die Moduloberkanten installiert, von denen fünf die westliche und fünf die östliche Modulhälfte überwachen. Hier ein Bild der Kamera D-L.

4 Ergebnisse

4.1 Nachgewiesene Vogelarten

Insgesamt wurden 45 Arten im Untersuchungsgebiet durch Kartierung und/oder Kamerafallen nachgewiesen, von denen 16 Arten auf der Roten Liste bzw. Vorwarnliste in Niedersachsen stehen (Tab. 2). Hierbei ist das Rebhuhn (*Perdix perdix*) als stark gefährdete Art (RL 2) besonders hervorzuheben. Die am häufigsten beobachteten Arten waren Bachstelze (*Motacilla alba*), Bluthänfling (*Linaria cannabina*), Schafstelze (*Motacilla flava*), Ringeltaube (*Columba palumbus*), Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*), Goldammer (*Emberiza citrinella*) und Feldsperling (*Passer montanus*), die alle an mehr als 20 Tagen im Gebiet nachgewiesen wurden. Die Bachstelze war die Art die an 152 Tagen (42% der Tage im gesamten Untersuchungszeitraum) mit Abstand am häufigsten nachgewiesen wurde. Diese Arten konnten sowohl durch Kartierung als auch durch Kamerafallennachweise bestätigt werden. Insgesamt konnte das Artenspektrum im Gebiet durch die Kartierungen weitestgehend abgebildet werden (37 von 45 Arten), einzelne Arten wie beispielsweise die Heidelerche (*Lullula arborea*) und der Jagdfasan (*Phasianus colchicus*) sowie einige weniger häufige Arten wurden hingegen nur durch Kamerafallen nachgewiesen. Insgesamt (beide Erfassungsmethoden zusammengenommen) wurden auf der APV die meisten Arten nachgewiesen (27) und damit eine Art mehr als in der Gehölzreihe und sechs Arten mehr als auf der direkt angrenzenden Referenzfläche. Die wenigsten Arten (12) wurden auf der Probestfläche Bestand I nachgewiesen.

Tab. 2: Gesamtartenliste mit Anzahl der Tage mit Nachweis je Art (schwarz= Tage mit Nachweis durch Kartierung, blau= Tage mit Nachweis durch Kamerafalle) auf den einzelnen Probeflächen, absteigend sortiert nach Anzahl der Tage mit Nachweis insgesamt (unabhängig von Probefläche und Erfassungsmethode).

Art	RL ¹		Anzahl Tage mit Nachweis auf den Probeflächen ²					Tage mit Nachweis insgesamt (n=363)
	D	Nds	APV	Referenz	Bestand I	Bestand II	Gehölz	
Bachstelze	<i>Motacilla alba</i>	* *	18 / 121	10 / 90	9	10	5	152
Bluthänfling	<i>Linaria cannabina</i>	3 3	2 / 35	1 / 39	1	5	5	62
Schafstelze	<i>Motacilla flava</i>	* *	4 / 14	4 / 31	7	8	6	45
Ringeltaube	<i>Columba palumbus</i>	* *	3 / 20	3 / 29			3	43
Hausrotschwanz	<i>Phoenicurus ochruros</i>	* *	8 / 21	2 / 8			3	34
Goldammer	<i>Emberiza citrinella</i>	* V	2 / 10	3 / 1	4	1	10	24
Feldsperling	<i>Passer montanus</i>	V V	4 / 6	2	3	8	6	23
Heidelerche	<i>Lullula arborea</i>	V V	0 / 9	12				19
Buchfink	<i>Fringilla coelebs</i>	* *	1 / 4	4	2	3	9	18
Star	<i>Sturnus vulgaris</i>	3 3	1 / 8	6		3	3	18
Kohlmeise	<i>Parus major</i>	* *	5				12	16
Amsel	<i>Turdus merula</i>	* *	1 / 7			1	3	11
Feldlerche	<i>Alauda arvensis</i>	3 3		3	5	5		11
Wacholderdrossel	<i>Turdus pilaris</i>	* *	1			6	9	11
Rebhuhn	<i>Perdix perdix</i>	2 2	6	1 / 2		1		11
Mäusebussard	<i>Buteo buteo</i>	* *	2			1	8	10
Rauchschnalze	<i>Hirundo rustica</i>	V 3	2	2	5	4		9
Blaumeise	<i>Cyanistes caeruleus</i>	* *					8	9
Kolkrabe	<i>Corvus corax</i>	* *		4	1	1	2	9
Singdrossel	<i>Turdus philomelos</i>	* *	5	1		1		8
Jagdfasan	<i>Phasianus colchicus</i>	N N	5	2				7
Eichelhäher	<i>Garrulus glandarius</i>	* *	1				6	7
Mehlschnalze	<i>Delichon urbicum</i>	3 3	3		3	2		5
Neuntöter	<i>Lanius collurio</i>	* V				2	4	5
Turmfalke	<i>Falco tinnunculus</i>	* V	1	1		1		4
Erlenzeisig	<i>Spinus spinus</i>	* *					3	4
Grünfink	<i>Carduelis chloris</i>	* *	2				1	4
Rotmilan	<i>Milvus milvus</i>	* 3			1	2		4
Saatkrähe	<i>Corvus frugilegus</i>	* *	1	3				4
Rabenkrähe	<i>Corvus corone</i>	* *	2					3
Pirol	<i>Oriolus oriolus</i>	V 3					2	3
Rotkehlchen	<i>Erithacus rubecula</i>	* *					2	3
Silberreiher	<i>Casmerodius albus</i>					2		3
Graureiher	<i>Ardea cinerea</i>	* V		1		1		3
Zilpzalp	<i>Phylloscopus collybita</i>	* *					1	2
Nachtigall	<i>Luscinia megarhynchos</i>	* V	1					2
Mauersegler	<i>Apus apus</i>	* *			1			2
Heckenbraunelle	<i>Prunella modularis</i>	* *					1	2
Nilgans	<i>Alopochen aegyptiaca</i>	N N	1					2
Türkentaube	<i>Streptopelia decaocto</i>	* *					1	2
Stieglitz	<i>Carduelis carduelis</i>	* V		1				2
Waldwasserläufer	<i>Tringa ochropus</i>	* *	1					2
Misteldrossel	<i>Turdus viscivorus</i>	* *		1				2
Gartenbaumläufer	<i>Certhia brachydactyla</i>	* *					1	2
Fitis	<i>Phylloscopus trochilus</i>	* *					1	2
Artenzahl je Probefläche			27	21	12	21	26	
Artenzahl gesamt			45					

¹Rote Liste-Kategorien (D=Deutschland, Nds=Niedersachsen): *=ungefährdet, V=Vorwarnliste, 3=gefährdet, 2=stark gefährdet, N=Neozon

4.2 Habitatpräferenzen (Nachweise durch Kartierung)

Insgesamt wurden 37 Arten durch Kartierungen nachgewiesen, wobei die meisten Arten in der Gehölzreihe erfasst wurden, wo auch pro Termin durchschnittlich die meisten Arten nachgewiesen wurden (Tab. 3). Die Referenzfläche wies mit insgesamt 11 Arten das kleinste Artenspektrum sowie auch durchschnittlich die wenigsten Arten und Individuen pro Kartiertermin auf. Auf der Probefläche APV wurden insgesamt mehr Arten sowie durchschnittlich pro Termin mehr Arten und Individuen als auf der Referenz und der Bestandsfläche I nachgewiesen, jedoch weniger als auf der Bestandsfläche II. Die vier durch Kartierung am häufigsten erfassten Arten (Bachstelze, Schafstelze, Feldsperling, Goldammer) wurden auf allen fünf Probeflächen nachgewiesen (Abb. 8), wobei die Bachstelze die Art mit den meisten Nachweistagen (18) auf der APV war und ca. die Hälfte aller Individuen der Bachstelze auf der APV nachgewiesen wurden. Dieser Anteil war nur beim Hausrotschwanz höher (ca. 75% der Individuen auf APV), wobei diese Art insgesamt aber deutlich seltener nachgewiesen wurde (8 von 27 Tagen) als die Bachstelze (16 von 27 Tagen). Schafstelze und Feldsperling wurden häufiger auf den Bestandsflächen I und II nachgewiesen während Goldammer, Kohlmeise und Buchfink die Gehölzreihe bevorzugten. Die Wacholderdrossel wurde ausschließlich auf der Bestandsfläche II und in der Gehölzreihe nachgewiesen.

Tab. 3: Artenzahlen auf den Probeflächen und durchschnittliche Arten- und Individuenzahlen pro Kartiertermin mit Standardabweichung.

	APV	Referenz	Bestand I	Bestand II	Gehölzreihe
Artenzahl	17	11	12	21	26
∅ Artenzahl pro Kartiertermin	2,2±1,2	1,1 ±1,5	1,6 ±1,8	2,5 ±2,3	4,3 ±2,2
∅ Individuenzahl pro Kartiertermin	5,8 ±6,5	2,3 ±3,5	5,4 ±7,6	16,4 ±25,8	13,6 ±14,8

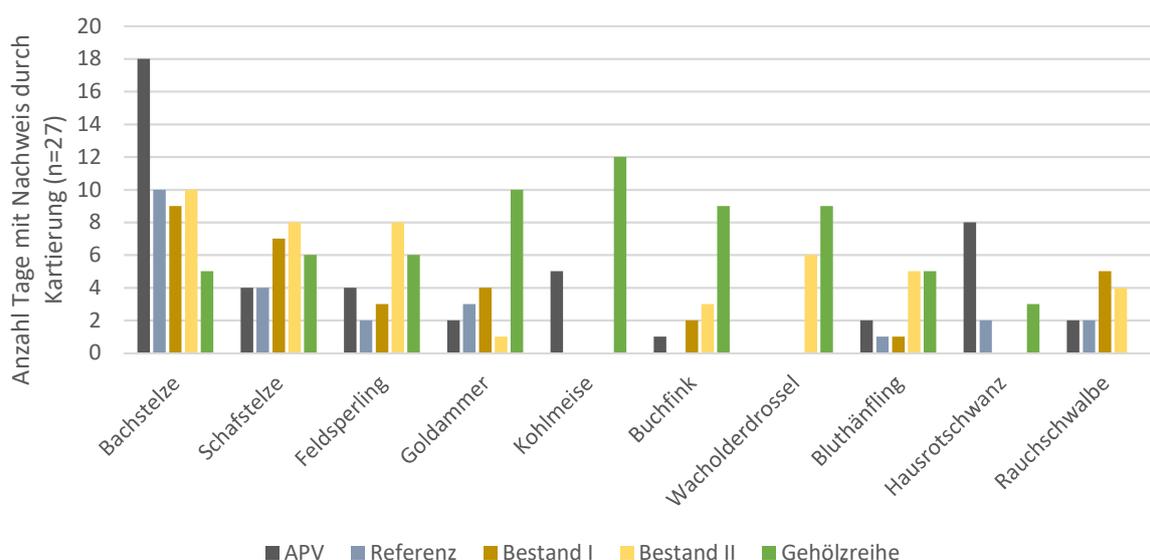


Abb. 8: Anzahl Tage mit Artnachweis auf den einzelnen Probeflächen für die zehn häufigsten, durch Kartierung nachgewiesenen Arten (sortiert nach Gesamtzahl der Tage mit Nachweis im Gebiet durch Kartierungen)

4.3 Nachweise durch Kamerafallen

4.3.1 Nutzungshäufigkeiten

Es wurden insgesamt 24 Arten mit 1640 Individuen durch 1291 Kamerafallenfotos nachgewiesen (ausgewählte Kamerafotos siehe Anhang I), wobei auf der APV vier Arten mehr als auf der Referenz erfasst wurden (Tab. 4). Diese Tendenz zeigt sich ebenfalls in der Summe der Kamerafotos mit Vogelnachweis sowie der Summe der Individuen auf den beiden Probeflächen, die beide einen höheren Anteil auf der APV hatten (60%). Die relative große Standardabweichung bei der durchschnittlichen Anzahl der Kamerafotos mit Vogelnachweis sowie den durchschnittlichen Individuenzahlen pro Kamera weist dabei aber auf deutliche Unterschiede zwischen den einzelnen Kamerafallen hin.

Tab. 4: Nachweise von Arten und Individuen durch Kamerafallen (KF) auf den beiden Probeflächen APV und Referenz (n=10 KF je Probefläche) sowie durchschnittliche Nachweise pro Kamerafalle mit Standardabweichung.

	APV	Referenz
Artenzahl	21	17
Summe Kamerafotos mit Vogelnachweis	775 (60%)	516 (40%)
Summe nachgewiesener Individuen	974 (59%)	666 (41%)
Ø Artenzahl pro KF	10,5 +/- 2,9	8,4 +/- 1,8
Ø Anzahl Kamerafotos mit Vogelnachweis pro KF	77,5 +/- 27,2	51,6 +/- 25,8
Ø Anzahl nachgewiesener Individuen pro KF	97,4 +/- 33,8	66,6 +/- 36,6

Die am häufigsten (an mind. 10% der Erfassungstage) im Untersuchungszeitraum durch Kamerafallen nachgewiesenen Arten waren Bachstelze (an 145 Tagen), Bluthänfling (an 52 Tagen), Schafstelze (an 39 Tagen) und Ringeltaube (an 37 Tagen). Diese Arten wurden alle sowohl auf der APV als auch auf der Referenz nachgewiesen, wobei Bachstelze und Bluthänfling mit etwa zwei Drittel der Nachweise hauptsächlich auf der APV erfasst wurden (Abb. 9). Auch Rebhuhn und Hausrotschwanz wurden hauptsächlich auf der APV erfasst (beide mit mehr als 70 % der Nachweise). Die Schafstelze wurde dagegen vor allem auf der Referenz nachgewiesen. Arten, die ausschließlich die Referenz nutzten und nicht die APV waren Feldlerche und Kolkrabe.

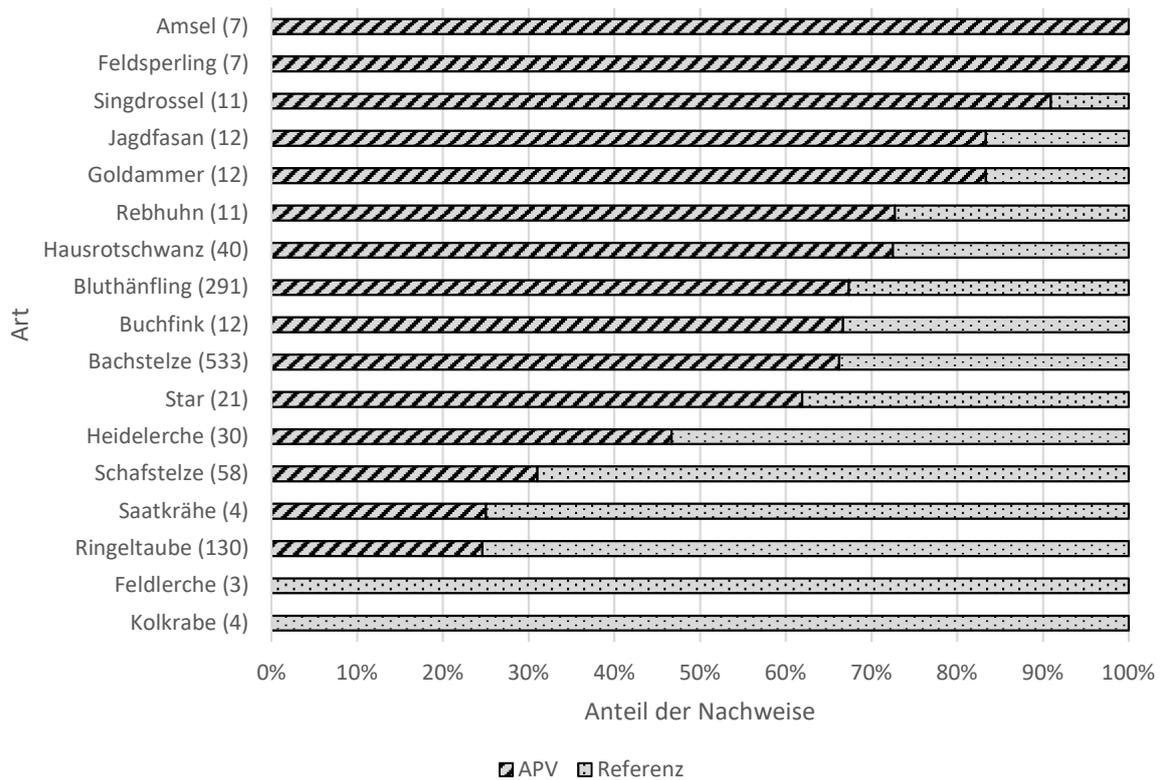


Abb. 9: Anteil der Nachweise auf den beiden Probeflächen für jede Art mit mindestens drei Nachweisen im Untersuchungszeitraum (Anzahl Nachweise in Klammern hinter jeder Art), sortiert nach absteigendem Anteil auf APV.

4.3.2 Veränderungen im Jahresverlauf

Die meisten Erfassungen durch Kamerafallen erfolgten in den Monaten April bis Juli (Abb. 10), sowohl auf der APV (82 % aller Erfassungen) als auch auf der Referenz (90 % aller Erfassungen). Die meisten Nachweise auf der APV erfolgten im April (266), wobei 65% auf Bluthänflinge zurückzuführen sind. Abgesehen davon hatte vor allem die Schafstelze einen großen Anteil an den Nachweisen (in den meisten Monaten mindestens 50 %). Dieser Anteil war auf der Referenz geringer, wo vor allem die Ringeltaube deutlich größere Anteile hatte. In den Wintermonaten von Oktober bis Februar nutzen Vögel die Flächen fast gar nicht, so erfolgten in diesem fünfmonatigen Zeitraum nur elf Nachweise auf der APV und ein Nachweis auf der Referenz.

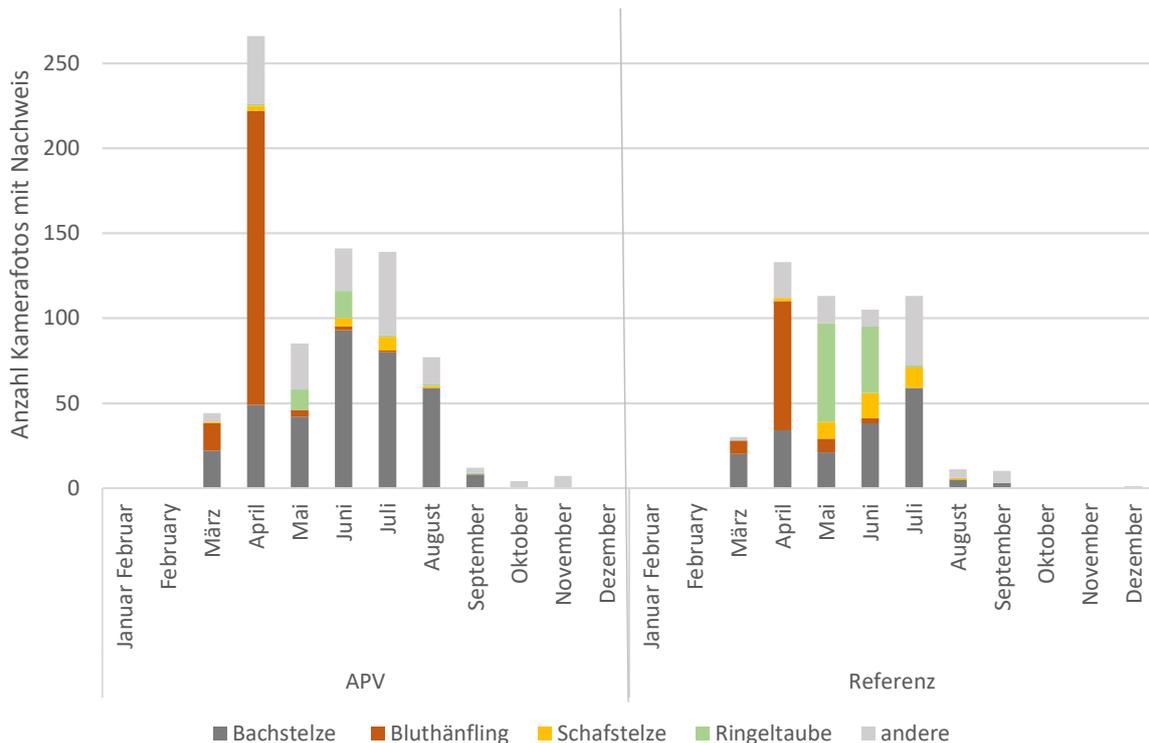


Abb. 10: Anzahl Kamerafotos mit Vogelnachweis auf der APV (n=775) und der Referenz (n=516) im Jahresverlauf, gezeigt sind je Monat die Anteile der vier häufigsten (=meiste Tagen mit Nachweis durch Kamerafallen) Arten.

4.4 Nutzung der Module als Sitz- oder Singwarten

Insgesamt erfolgten im Untersuchungszeitraum an 234 Tagen 7.332 Vogelnachweise auf den Modulen der APV-Anlage (ausgewählte Kamerafotos siehe Anhang II). Dabei wurden an 111 Tagen Sperlingsvögel gesichtet, mit insgesamt 4.075 Nachweisen (Abb. 11). Die zweithäufigsten Nachweise nach den Sperlingsvögeln erfolgten durch Tauben, die an 42 Tagen mit 409 Nachweisen beobachtet wurden. Weitere Ordnungen wie Eulen, Falken und Greifvögel konnten an höchstens sechs Tagen mit nicht mehr als zehn Beobachtungen erfasst werden. Insbesondere bei den Sperlingsvögeln zeigt sich eine auffällige Abweichung im September. In diesem Monat wurden 2.590 Nachweise erbracht, was mehr als die Hälfte aller Sperlingsbeobachtungen darstellt. Die meisten Nachweise von Tauben erfolgten in den Monaten Mai und Juni. Insgesamt war zudem ein relativ hoher Anteil an Nachweisen unbestimmbar bzw. nicht eindeutig einer Ordnung zuzuweisen (2.824 Kamerafotos, dies entspricht ca. 39%). In den Wintermonaten November bis Februar fanden kaum Nachweise von Vögeln auf den Modulen statt.

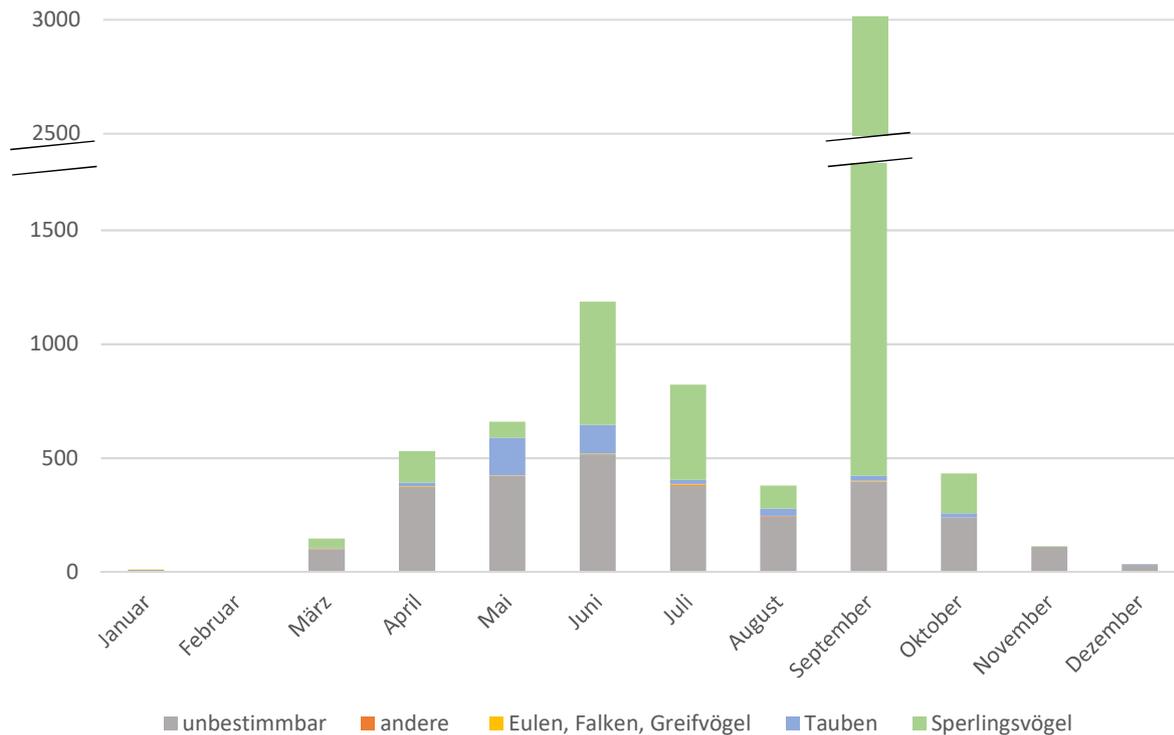


Abb. 11: Gesamtzahl an Vogelnachweisen auf den Modulen je Ordnung und Monat.

4.5 Nachweise durch ergänzende Untersuchungen

Durch den Einsatz von Birdrecordern während der Brutzeit wurden im Gebiet insgesamt 52 Vogelarten erfasst, die aber methodenbedingt keiner der Probeflächen zugeordnet werden können. Darunter einige Arten, die weder durch Kartierung noch durch Kamerafallen nachgewiesen werden konnten. Hierbei sind v. a. Ortolan (Rote Liste D: 2, Rote Liste Nds.: 1), Kuckuck (Rote Liste D und Nds.: 3) und Dorngrasmücke zu nennen, die an 30, 40 bzw. 35 Tagen im Zeitraum vom 17.03. bis 17.06.2023 aufgenommen wurden.

Durch den zusätzlichen Einsatz von infrarotauslösenden Kameras konnten im Zeitraum vom 18.01. bis 25.09.2023 insgesamt 2016 Säugetiernachweise durch Kamerafallen gemacht werden, davon jeweils ca. die Hälfte auf der APV (970) und der Referenz (1046). Besonders häufig wurden dabei Feldhasen und Rehe nachgewiesen, darüber hinaus Steinmarder, Rotfuchs und Waschbär. Alle Arten nutzen sowohl die APV als auch die Referenz, wobei Feldhasen und Rehe häufiger auf der Referenz als auf der APV nachgewiesen wurden, während der Steinmarder öfter die APV nutzte. Bei Rotfuchs und Waschbär waren keine Präferenzen zu erkennen.

5 Diskussion

Die Ergebnisse zeigen, dass die untersuchte APV auf die Anwesenheit der meisten Arten keine negativen Auswirkungen zu haben scheint. Die zehn häufigsten Arten im Gebiet nutzen verschiedene Probeflächen und alle sowohl die APV als die direkt angrenzende Referenz. Tatsächlich wurde die höchste Artenzahl (27) auf der APV nachgewiesen, eine Art mehr als in der Baumreihe. Zehn dieser

Arten auf der APV wurden jedoch nur durch Kamerafallen nachgewiesen, die abgesehen von dieser und der Referenzfläche auf keiner weiteren Probefläche eingesetzt wurden. Es ist deshalb zu vermuten, dass auch auf den anderen Probeflächen durch Kamerafallen ergänzende Artnachweise erfolgt wären. Betrachtet man nur die Nachweise der Kartierungen, die auf allen Probeflächen durchgeführt wurden, hatte die Baumreihe mit 26 Arten die höchste Artenzahl, gefolgt von der Bestandsfläche II, während die APV mit 17 Arten an dritter Stelle steht. Gerade im Vergleich zur Referenzfläche (11 Arten durch Kartierung), die direkt an die APV angrenzt, zur selben Zeit eingesät und auf gleiche Weise bewirtschaftet wurde, zeigten sich jedoch deutlich mehr Arten und Individuen auf der APV. Bestätigt wird das auch durch die Ergebnisse der Kamerafallenerfassung, die mehr Arten und auch mehr Individuen sowohl insgesamt als auch durchschnittlich pro Kamerafalle auf der APV nachwies. Diese Tendenz ist aus einigen Studien zu FF-PV bekannt (JARČUŠKA et al. 2024; MONTAG et al. 2016). Bei den meisten Arten, deren Nachweisschwerpunkt auf der APV lag, handelt es sich jedoch um relativ weit verbreitete und oft an menschliche Strukturen angepasste Arten wie Bachstelze, Hausrotschwanz und Amsel. Hervorzuheben sind aber Bluthänfling (RL 3) und Rebhuhn (RL 2), die beide zu ca. 70% auf der APV nachgewiesen wurden und anscheinend kein Meideverhalten gegenüber der Anlage zeigten, im Gegenteil könnte die häufigere Nutzung im Vergleich zur Referenz für diese Arten auf positive Effekte hinsichtlich der Habitatnutzung hinweisen.

Zugleich muss klargestellt werden, dass die Ergebnisse kein Brutverhalten nachweisen, sondern lediglich die Nutzung der Fläche (z. B. zur Nahrungssuche). Es konnten zwar Bachstelzen mit Jungtieren an der Anlage beobachtet werden, aber keine andere Art wies brutanzeigendes Verhalten auf. Dass Nischenbrüter wie die Bachstelze oder der Hausrotschwanz gelegentlich in der Unterkonstruktion der Module brüten, ist auch von einigen Studien an FF-PV bekannt (TRÖLTZSCH & NEULING 2013; HERDEN et al. 2009; JARČUŠKA et al. 2024). Für viele andere Arten, insbesondere Bodenbrüter oder störungsempfindliche Arten ist die Brut auf einer APV-Anlage nur dann vorstellbar, wenn die Fläche in der Brutzeit nur wenig befahren wird. Bei der untersuchten Anlage erfolgte in der Brutzeit eine regelmäßige Befahrung der Fläche z. B. zur Ausbringung von Pflanzenschutzmitteln oder zur Ernte. Im Zeitraum von Mitte April bis Anfang September lag der störungsfreie Zeitraum auf der APV und der angrenzenden Referenz bei durchschnittlich 9,3 Tagen, was eine erfolgreiche Brut quasi unmöglich macht. Zusätzlich könnte die Konstruktion selbst zum Beispiel bei Offenlandarten wie der Feldlerche zu einem Meideverhalten führen. In Studien, die Feldlerchen auf FF-PV nachwiesen (tlw. auch mit Brut), gelang dies meist auf größeren Freiflächen oder am Rand der Anlagen (MONTAG et al. 2016; TRÖLTZSCH & NEULING 2013; PESCHEL et al. 2019). An der APV wurde die Feldlerche nur selten und wenn dann in einem Abstand von mindestens 40 m zur Anlage beobachtet. Angaben in der Literatur gehen davon aus, dass Feldlerchen zu vertikalen Strukturen wie Wäldern einen Abstand von ca. 60 m halten (WAGNER 2014), ähnliches scheint auch für diese APV-Anlage zu gelten.

Dass die meisten Vögel in der Hauptbrutzeit (April bis Juli) nachgewiesen werden, war zu erwarten. Dennoch ist bemerkenswert, dass über den restlichen Zeitraum von 8 Monaten (zwei Drittel der Gesamtzeit) lediglich 10% (Referenz) bzw. 18% (APV) der Nachweise erfolgten. Dabei wurde die APV insgesamt häufiger und auch länger von mehr Individuen genutzt, so wurden hier auch in den Monaten März und v. a. August noch mehr Vögel nachgewiesen als in den Wintermonaten und auch mehr als

auf der angrenzenden Referenz. Die Nutzung der Module selbst als Sitzwarte zeigt eine ähnliche Tendenz, wobei der Monat September mit Abstand die meisten Nutzungsnachweise erbrachte und auch im Monat Oktober noch ähnlich viele Nachweise erfolgten wie beispielsweise im August. Neben einigen Greifvögeln und Falken, die die Module (besonders in den Wintermonaten) als Ansitz nutzen, wurden vor allem Sperlingsvögel (besonders Bachstelzen und Schwalben) sowie Tauben auf den Modulen nachgewiesen. Genutzt wurden dabei obere Kante der Module, die kleineren Singvögel konnten gelegentlich aber auch auf der Modulfläche selbst beobachtet werden. Dies bestätigt Erkenntnisse, die bereits von FF-PV bekannt sind (HERDEN et al. 2009). Vor allem die Attraktivität für Prädatoren wie Mäusebussard, Turmfalken oder Eulen könnte bei der APV aufgrund der Modulhöhe jedoch größer sein. Diese Arten wurden auf den Modulen i. d. R. am westlichen Rand der Anlage sitzend, direkt angrenzend an das offene Feld beobachtet.

6 Öffentlichkeitsarbeit

Das Forschungsprojekt wurde auf der Website der Fakultät für Architektur und Landschaft sowie auf der Website des Instituts für Umweltplanung der Leibniz Universität Hannover präsentiert. Darüber hinaus wird es in der Projektübersicht „Solarenergie und Naturschutz“ des KNE (Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende) aufgeführt.

Es bestand ein enger Austausch mit dem Projektierer Agrosolar Europe sowie der Fa. Steinicke GmbH (Flächeneigentümer) und den Landwirten, die die Probeflächen bewirtschaften. Zusätzlich wurden projektbezogene Gespräche mit verschiedenen Institutionen geführt, u. a. mit der Unteren Naturschutzbehörde des Landkreises Lüchow-Dannenberg, dem Bundesamt für Naturschutz und dem Niedersächsischen Umweltministerium. Eine erste Vorstellung des Projektes erfolgte im Rahmen der Veranstaltung „Tag der Energiewende“ der Leibniz Universität Hannover am 09.05.2023 durch die Präsentation eines Posters. Am 14.11.2023 wurde ein Workshop im Rahmen des Forschungsprojektes am Institut für Umweltplanung durchgeführt, bei dem mit Teilnehmenden aus verschiedenen Institutionen (BfN, UNB, DBU, Vogelschutzwarte des NLWKN, KNE) und einer Vertreterin des Projektierers Agrosolar Europe über erste Zwischenergebnisse diskutiert wurde. Diese wurden außerdem am 04.12.2023 bei einer Sitzung der Task Force Photovoltaik des Niedersächsischen Umweltministeriums sowie am 23.01.2024 bei der Fa. Steinicke GmbH präsentiert. Darüber hinaus wurde das Projekt beim Nachwuchskolloquium der NNA am 15.01.2024 vorgestellt. Eine Reihe von Veröffentlichungen in wissenschaftlichen Fachzeitschriften befindet sich aktuell in Arbeit.

Weiterführende Links:

- <https://www.archland.uni-hannover.de/de/aktivitaeten/meldungen/meldungen-detailansicht/news/auswirkungen-von-agriphotovoltaik-auf-die-vogelwelt-der-agrarlandschaft-neues-forschungsprojekt-am-institut-fuer-umweltplanung>
- <https://www.umwelt.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/forschungsprojekt-detailansicht/projects/auswirkungen-von-agriphotovoltaik-auf-die-vogelwelt-der-agrarlandschaft>
- <https://www.naturschutz-energiewende.de/projekte/auswirkungen-von-agriphotovoltaik-auf-die-vogelwelt-der-agrarlandschaft/>
- https://www.nna.niedersachsen.de/publikationen/naturschutz_in_praxis_und_forschung/nipf24-1-beitrag-diekmann-agriphotovoltaikanlage-233571.html

7 Weiterer Forschungsbedarf

Dieses Forschungsprojekt wurde an einer vergleichsweise kleinen und schmalen Anlage durchgeführt, die mit einer Breite von ca. 40 m eigentlich keine „zentralen Bereiche“ aufweist. Unsere Ergebnisse deuten dennoch darauf hin, dass die zentralen Bereiche für Vögel weniger attraktiv sein können als die Randbereiche. Dieser Effekt ist vermutlich umso ausgeprägter, je größer die Anlage und dementsprechend auch der zentrale Bereich der Anlage ist. Betrachtet man die aktuelle Entwicklung und konkrete Projektplanung bei Agriphotovoltaik, so sind zukünftig deutlich größere Anlagen (mehrere 10 ha groß) zu erwarten. Auch die vergleichsweise teure, hochaufgeständerte Konstruktionsweise könnte in der freien Landschaft eher durch vertikale Elemente oder Tracker-Module abgelöst werden. Weitere Forschungen insbesondere an größeren Anlagen, an unterschiedlichen Systemen, in anderen Landschaftskontexten und an unterschiedlichen Artengruppen sind daher dringend nötig.

8 Literaturverzeichnis

- ADEH, E. H., GOOD, S. P., CALAF, M. & HIGGINS, C. W., 2019: Solar PV Power Potential is Greatest Over Croplands. *Scientific reports* 9 (1): 11442.
- ARMSTRONG, A., OSTLE, N. J. & WHITAKER, J., 2016: Solar park microclimate and vegetation management effects on grassland carbon cycling. *Environ. Res. Lett.* 11 (7): 74016.
- BIBBY, C. J., BURGESS, N. D., HILL, D. A. & MUSTOE, S., 2000: Bird Census Techniques, London. Elsevier.
- BMUB, 2007: Nationale Strategie zur biologischen Vielfalt. Kabinettsbeschluss vom 7. November 2007.
- BMWK, 2023: Photovoltaik-Strategie. Handlungsfelder und Maßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der Photovoltaik.
- DINESH, H. & PEARCE, J. M., 2016: The potential of agrivoltaic systems. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 54: 299–308.
- EBCC/BIRDLIFE/RSPB/GSO, 2022: Trends of common birds in Europe. Aufgerufen am 16.04.2024.
- FRAUNHOFER ISE, 2024: Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende, 80 S.
- GABRIEL, M., SCHOLZ, A. & STIERSTORFER, C., 2018: Ökologische Evaluierung des Solarfeldes Gänsdorf (Landkreis Straubing-Bogen, Niederbayern).
- Gesetz für den Ausbau erneuerbarer Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz - EEG) vom 08.05.2024.
- GOMEZ-CASANOVAS, N., MWEBAZE, P., KHANNA, M., BRANHAM, B., TIME, A., DELUCIA, E. H., BERNACCHI, C. J., KNAPP, A. K., HOQUE, M. J., DU, X., BLANC-BETES, E., BARRON-GAFFORD, G. A., PENG, B., GUAN, K., MACKNICK, J., MIAO, R. & MILJKOVIC, N., 2023: Knowns, uncertainties, and challenges in agrivoltaics to sustainably intensify energy and food production. *Cell Reports Physical Science* 4 (8): 101518.
- HERDEN, C., RASSMUS, J. & GHARADJEDAGHI, B., 2009: Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen. *BfN Skripten* 247.
- HERNANDEZ, R. R., EASTER, S. B., MURPHY-MARISCAL, M. L., MAESTRE, F. T., TAVASSOLI, M., ALLEN, E. B., BARROWS, C. W., BELNAP, J., OCHOA-HUESO, R., RAVI, S. & ALLEN, M. F., 2014: Environmental impacts of utility-scale solar energy. *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 29: 766–779.
- JARČUŠKA, B., GÁLFFYOVÁ, M., SCHNÜRMACHER, R., BALÁŽ, M., MIŠÍK, M., REPEL, M., FULÍN, M., KERESTÚR, D., LACKOVIČOVÁ, Z., MOJŽIŠ, M., ZÁMEČNÍK, M., KAŇUCH, P. & KRIŠTÍN, A., 2024: Solar parks can enhance bird diversity in agricultural landscape. *Journal of environmental management* 351: 119902.
- LANDECK, I., HILDMANN, C., KEMPE, K., GHARADJEDAGHI, B. & MARTIN, C., 2014: Langzeitwirkung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen auf Natur und Landschaft. Endbericht, 400 S.
- MONTAG, H., PARKER, G. & CLARKSON, T., 2016: The Effects of Solar Farms on Local Biodiversity. A comparative Study. *Clarkson and Woods and Wychwood Biodiversity*.

- PASCARIS, A. S., SCHELLY, C., BURNHAM, L. & PEARCE, J. M., 2021: Integrating solar energy with agriculture: Industry perspectives on the market, community, and socio-political dimensions of agrivoltaics. *Energy Research & Social Science* 75: 102023.
- PESCHEL, R., PESCHEL, T., MARCHAND, M. & HAUKE, J., 2019: Solar Parks - profits for biodiversity. *BNE/Bundesverband Neue Energiewirtschaft e. V.*
- REHBEIN, J. A., WATSON, J. E. M., LANE, J. L., SONTER, L. J., VENTER, O., ATKINSON, S. C. & ALLAN, J. R., 2020: Renewable energy development threatens many globally important biodiversity areas. *Global change biology* 26 (5): 3040–3051.
- REIF, J., VERMOUZEK, Z., VOŘÍŠEK, P., ROMPORTL, D., RIVAS-SALVADOR, J. & MORELLI, F., 2022: Habitat-specific diversity in Central European birds. *Bird Study* 69 (3-4): 72–82.
- SIRNIK, I., OUDES, D. & STREMKE, S., 2024: Agrivoltaics and landscape change: First evidence from built cases in the Netherlands. *Land Use Policy* 140: 107099.
- SÜDBECK, F., ANDRETZKE, H., FISCHER, S., GEDEON, K., SCHIKORE, T., SCHRÖDER, K. & SÜDFELD, C. (Hrsg.), 2005: Methodenstandards zur Erfassung der Brutvögel Deutschlands, 392 S., Radolfzell.
- TRÖLTZSCH, P. & NEULING, E., 2013: Die Brutvögel großflächiger Photovoltaikanlagen in Brandenburg. *Vogelwelt* 134: 155–179.
- VAN DE VEN, D.-J., CAPELLAN-PERÉZ, I., ARTO, I., CAZCARRO, I., CASTRO, C. DE, PATEL, P. & GONZALEZ-EGUINO, M., 2021: The potential land requirements and related land use change emissions of solar energy. *Scientific reports* 11 (1): 2907.
- WAGNER, C., 2014: Blühflächen: ein Instrument zur Erhöhung der Biodiversität von Vögeln in der Agrarlandschaft. In: Faunistische Evaluierung von Blühflächen. 79–102.

Anhang I - Ausgewählte Nachweise durch Kamerafallen (KF) auf Feldebene



DOERR SNAPSHOT

08.07.2023 11:52:30

21

031°C 088°F 7

Abb. 12: Bachstelze (*Motacilla alba*), aufgenommen durch KF 3.



DOERR SNAPSHOT

2023/04/23 13:23:40

04

017°C 063°F 9

Abb. 13: Bluthänfling (*Linnaria cannabina*), aufgenommen durch KF 4.



Abb. 14: Feldlerche (*Alauda arvensis*), aufgenommen durch KF 16.



Abb. 15: Goldammer (*Emberiza citrinella*), aufgenommen durch KF 1.



DOERR SNAPSHOT 17.07.2023 20:11:13 ● 30 014°C 057°F 📶 5

Abb. 16: Hausrotschwanz (*Phoenicurus ochruros*), aufgenommen durch KF 10.



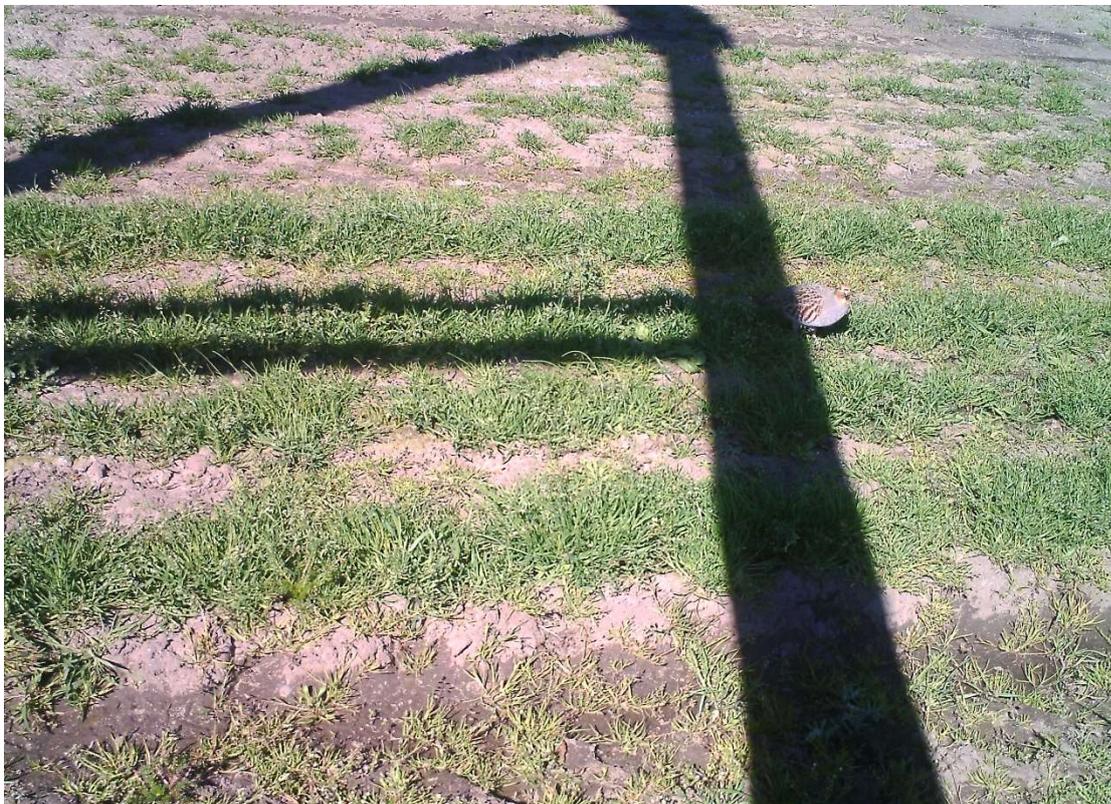
DOERR SNAPSHOT 09.07.2023 16:25:23 📶 22 034°C 093°F 📶 8

Abb. 17: Heidelerche (*Lullula arborea*), aufgenommen durch KF 5.



DOERR SNAPSHOT 28.04.2023 06:37:50 09 001°C 034°F 7

Abb. 18: Jagdfasan (*Phasianus colchicus*), aufgenommen durch KF 2.



DOERR SNAPSHOT 19.04.2023 10:27:21 29 010°C 050°F 7

Abb. 19: Rebhuhn (*Perdix perdix*), aufgenommen durch KF 2.



DOERR SNAPSHOT 13.06.2023 12:22:52 26 022°C 072°F 7

Abb. 20: Ringeltaube (*Columba palumbus*), aufgenommen durch KF 8.



DOERR SNAPSHOT 12.05.2023 17:35:01 23 022°C 072°F 8

Abb. 21: Schafstelze (*Motacilla flava*), aufgenommen durch KF 17.



DOERR SNAPSHOT 03.11.2023 13:51:26 ☉ 20 011°C 052°F 🔋 8

Abb. 22: Singdrossel (*Turdus philomelos*), aufgenommen durch KF 9.

Anhang II - Ausgewählte Nachweise durch Kamerafallen (KF) auf Modulebene



Abb. 23: Ringeltauben (*Columba palumbus*) auf den Modulen.



Abb. 24: Vögel verschiedener Ordnungen auf den Modulen, v. a. Sperlingsvögel.



Abb. 25: Greifvögel auf den Modulen.



Abb. 26: Nachweis einer Eulenart auf den Modulen noch während der Testphase und vor Beginn der systematischen Erfassungen.