



Fachbereich WD 5

**Literaturauswahl zu den Auswirkungen des Ausbaus der
erneuerbaren Energien**

Literaturauswahl zu den Auswirkungen des Ausbaus der erneuerbaren Energien

Aktenzeichen: WD 5 - 3000 - 043/25
Abschluss der Arbeit: 07.07.2025
Fachbereich: WD 5: Wirtschaft, Energie und Umwelt

Die Wissenschaftlichen Dienste des Deutschen Bundestages unterstützen die Mitglieder des Deutschen Bundestages bei ihrer mandatsbezogenen Tätigkeit. Ihre Arbeiten geben nicht die Auffassung des Deutschen Bundestages, eines seiner Organe oder der Bundestagsverwaltung wieder. Vielmehr liegen sie in der fachlichen Verantwortung der Verfasserinnen und Verfasser sowie der Fachbereichsleitung. Arbeiten der Wissenschaftlichen Dienste geben nur den zum Zeitpunkt der Erstellung des Textes aktuellen Stand wieder und stellen eine individuelle Auftragsarbeit für einen Abgeordneten des Bundestages dar. Die Arbeiten können der Geheimschutzordnung des Bundestages unterliegende, geschützte oder andere nicht zur Veröffentlichung geeignete Informationen enthalten. Eine beabsichtigte Weitergabe oder Veröffentlichung ist vorab dem jeweiligen Fachbereich anzuzeigen und nur mit Angabe der Quelle zulässig. Der Fachbereich berät über die dabei zu berücksichtigenden Fragen.

Inhaltsverzeichnis

1.	Fragestellung	4
2.	Einführung	4
3.	Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf landwirtschaftliche Nutzflächen	5
3.1.	Johann Heinrich von Thünen-Institut	5
3.2.	Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel	7
3.3.	Informationen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme	8
3.4.	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)	9
4.	Auswirkungen auf schützenswerte Lebensräume	9
4.1.	KNE-Auswahlbibliografien zu Naturschutz und Energiewende	9
4.2.	Metastudie des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu)	11
4.3.	Deutsche Naturschutzverbände	11
4.4.	BUND/NABU	12
4.5.	Bundesamt für Naturschutz (BfN)	12
4.6.	EE-Monitor	13
4.7.	OECD	13
5.	Publikationen der Wissenschaftlichen Dienste	14
6.	Soziale Auswirkungen	14
6.1.	Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V. (AbL e. V.), (2025)	14
6.2.	Zinke, Olaf (2024)	15
6.3.	Öko-Institut (2025)	15
6.4.	Perpiñá Castillo et al. (2024)	15
6.5.	Virah-Sawmy/Sturmberg (2025)	16
6.6.	Agora Energiewende (2025)	16
6.7.	Sachverständigenrat für Ländliche Entwicklung beim BMEL (2024)	16
6.8.	Fraunhofer ISE (2025)	17
6.9.	Hübner et al. (2020/2023)	17
6.10.	McKenna et. al. (2025)	18
6.11.	Tsani et al. (2024)	18
7.	Exkurs: Besondere Solaranlagen	19
7.1.	Agri-Photovoltaik	20
7.2.	Moor-Photovoltaik	22
7.3.	Schwimmende PV (Floating-PV)	22

1. Fragestellung

Auftragsgemäß wird eine Literaturlauswahl zu verschiedenartigen Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf landwirtschaftliche Nutzflächen und schützenswerte Lebensräume zusammengestellt.

Die Literaturlauswahl ist nicht abschließend. Es wurden vorrangig Publikationen der für die Fragestellungen spezialisierten universitären und außeruniversitären Forschungseinrichtungen recherchiert sowie Experten angefragt. Ebenso wurde eine stichwortbasierte Literatursuche mit Unterstützung der Bibliothek des Deutschen Bundestages durchgeführt und eine Abfrage der wissenschaftlichen Online-Datenbank ScienceDirect (<https://www.sciencedirect.com/>) vorgenommen. Darüber hinaus wurden Darstellungen von nichtstaatlichen Umwelt- und Naturschutzorganisationen zusammengetragen sowie Suchen im Dokumentations- und Informationssystem für Parlamentsmaterialien (DIP) und im Parlamentsspiegel durchgeführt.

2. Einführung

Die Flächenverfügbarkeit bzw. die Flächenkonkurrenz stellen eine zentrale Herausforderung der Energiewende dar. An deren Lösung wird gearbeitet. So hat sich beispielsweise der Flächenbedarf neuer Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) im Verhältnis zur installierten Leistung in den vergangenen Jahren durch die Effizienzsteigerung der Anlagen bereits stark reduziert (siehe hierzu Kapitel 3.4).¹ Die Flächeneffizienz von PV-FFA „hat sich in den letzten 20 Jahren vervierfacht“.²

§ 3 Nr. 22 EEG 2023 definiert die Photovoltaik-Freiflächenanlage (PV-FFA) wie folgt:

„jede Solaranlage, die nicht auf, an oder in einem Gebäude oder einer sonstigen baulichen Anlage angebracht ist, die vorrangig zu anderen Zwecken als der Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie errichtet worden ist“.³

Es wird zwischen PV-FFA auf freien Flächen, Agri-PV auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, Floating-PV auf Gewässern, Moor-PV auf wiedervernässten Mooren und der Parkplatz-PV⁴ unterschieden.

1 Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen, Update 2023, 29.07.2024 (korrigierte Version vom 19.02.2025), S.4, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2024/Flaecheninanspruchnahme_PV-FFA_2023.pdf.

2 Thrän, Daniela et al. (2024), Monitoring der Naturverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich („EEMonReport“), BfN-Schriften 683, S. 73, <https://bf.n.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1755/file/Schrift683.pdf>.

3 https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2023.pdf.

4 Es handelt sich um Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA), die über Parkplatzflächen installiert werden. Sie „bieten gegenüber klassischen Solarparks einige Vorteile: es werden bereits versiegelte Flächen genutzt, Flächenkonkurrenzen vermieden und die Inanspruchnahme von Flächen im Außenbereich reduziert.“, KNE (2023), Anfrage Nr. 353 zu länderspezifischen Regelungen für Parkplatz-Photovoltaik, 18.12.2023, https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE-Antwort_353_Laenderreglungen-Parkplatz-Photovoltaik.pdf.

Um den Photovoltaik(PV)-Ausbau noch besser mit den Belangen des Natur- und Klimaschutzes sowie der Landwirtschaft in Einklang zu bringen, fördert das so genannte Solarpaket I⁵ bevorzugt „besondere Solaranlagen“ (Agri-PV, Floating-PV, Moor-PV, Parkplatz-PV).⁶ Das Gesetz vom 08.05.2024 (Solarpaket I)⁷ sieht vor, dass „mindestens 50 Prozent des PV-Zubaus als Dachanlagen erfolgen sollen, um auch den Druck auf landwirtschaftliche Flächen zu reduzieren.“⁸ Zudem hat der Gesetzgeber die Länder ermächtigt, von einer „Opt-out“-Lösung Gebrauch zu machen, „wenn die Flächennutzung der landwirtschaftlichen Flächen einen gesetzlich definierten Anteil übersteigt.“⁹ Auch dem „Schutz von Flächen zur Ernährungssicherung und dem Biodiversitätserhalt“¹⁰ soll stärker Rechnung getragen werden. Eine nicht abschließende Liste der positiven und negativen Auswirkungen der erneuerbaren Energien beschreibt der Gesetzentwurf zum Solarpaket I auf den Seiten 77f.¹¹

Bei Windenergieanlagen steht weniger der Flächenverbrauch als vielmehr der Naturschutz im Fokus. Laut Nieder et al. (2025) ist der Flächenbedarf für Windkraftanlagen im Vergleich zu anderen Formen der Energieerzeugung eher gering. Dennoch handele es sich um Eingriffe, die vor allem im Wald mit weitreichenden Auswirkungen auf Umwelt und Natur verbunden seien. Spezifische Maßnahmen könnten allerdings einen Beitrag zur Begrenzung negativer Auswirkungen leisten.¹²

3. Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf landwirtschaftliche Nutzflächen

3.1. Johann Heinrich von Thünen-Institut

Prof. Folkhard Isermeyer, ehemaliger Präsident des Johann Heinrich von Thünen-Instituts (Bundesforschungsinstitut für Ländliche Räume, Wald und Fischerei), befasste sich 2022 im Rahmen eines Vortrags mit den Fragen: Wie viel Fläche wird für die Selbstversorgung mit Energie benötigt? Gefährdet Freiflächen-PV unsere Lebensmittelversorgung?

Isermeyer kam unter anderem zu dem Ergebnis, dass die **Versorgungssicherheit mit Lebensmitteln** durch die Ausdehnung der Freiflächen-PV **nicht gefährdet** werde. Im Gegenteil führe der

5 <https://dip.bundestag.de/vorgang/gesetz-zur-%C3%A4nderung-des-erneuerbare-energien-gesetzes-und-weiterer-energiewirtschaftsrechtlicher-vorschriften-zur/302870>.

6 <https://www.recht.bund.de/bgbl/1/2024/151/VO>. Siehe auch den Gesetzentwurf auf BT-Drs. 20/8657, S. 123, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/086/2008657.pdf>.

Hierzu auch ausführlich Kapitel 7 „Exkurs: Besondere Solaranlagen“.

7 Inkrafttreten des Gesetzes: 16.05.2024; 20.05.2024 (Artikel 12 Nr. 2); 01.01.2025 (Artikel 2 Nr. 11 und Artikel 8).

8 <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/klimaschutz/Agri-PV.html>.

9 S. 48, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/086/2008657.pdf>.

10 S. 47, <https://dserver.bundestag.de/btd/20/086/2008657.pdf>.

11 <https://dserver.bundestag.de/btd/20/086/2008657.pdf>.

12 Nieder, Rolf et al. (2025), Windenergie aus dem Wald (I): negative Auswirkungen minimieren, AFZ 7/2025, S. 26.

schrittweise Ersatz von Bio- durch Solarenergie dazu, dass insgesamt viel mehr Energie erzeugt werden könne, hierfür aber weniger Fläche benötigt werde als bisher.¹³

Zur Flächennutzung und zu Flächennutzungsansprüchen in Deutschland, insbesondere zum **Wohnungsneubau**, zum **Ausbau erneuerbarer Energien**, aber auch zur Schaffung **naturnaher Lebensräume** und **Kohlenstoffsinken** äußern Osterburg et al. (2023) in einem Arbeitspapier des Thünen-Instituts Folgendes:

„In den letzten Jahren ist die Flächenneuanspruchnahme für Siedlung und Verkehr deutlich zurückgegangen. Im Zuge des geplanten, verstärkten Wohnungsneubaus und des Ausbaus erneuerbarer Energien, insbesondere der Freiflächen-Photovoltaik, ist jedoch bis 2030 eine stark ansteigende Flächenneuanspruchnahme zu erwarten. Gleichzeitig werden aus Sicht des Biodiversitäts- und Klimaschutzes zunehmende Flächenansprüche für die Schaffung naturnaher Lebensräume und Kohlenstoffsinken formuliert. Diese sind mit Flächennutzungsänderungen (Aufforstung, Gehölzpflanzungen, Wiedervernässung von Mooren) oder mit einer Extensivierung der landwirtschaftlichen Nutzung verbunden. In welchem Umfang die landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) durch zusätzliche Flächenansprüche für bezahlbaren Wohnraum, für die Energiewende und für den natürlichen Klimaschutz insgesamt beansprucht wird, ist angesichts zahlreicher Unwägbarkeiten kaum prognostizierbar. Eine Schätzung unter der Annahme, dass wesentliche formulierte Ziele bis 2030 erreicht werden, beläuft sich auf einen Rückgang um mehr als 300.000 ha LF bis 2030.

Die zunehmenden Flächenansprüche verstärken die ohnehin bestehenden Flächennutzungskonkurrenzen. Die Nutzungsansprüche müssen künftig stärker gegeneinander abgewogen werden, und Synergien und Mehrfachnutzungen von Flächen sollten so weit wie möglich realisiert werden. Beispiele für solche Synergien sind der Ausbau von Photovoltaik (PV) auf Siedlungs- und Verkehrsflächen, auf wiedervernässten Mooren oder in Kombination mit landwirtschaftlicher Nutzung. [...] Angesichts der hohen Flächenansprüche für den Biodiversitäts- und Klimaschutz müssen auch in diesem Bereich Synergien genutzt werden“¹⁴

Die folgende Tabelle gibt Auskunft über geschätzte „Potenzielle Auswirkungen zusätzlicher Flächenansprüche für bezahlbaren Wohnraum, für die Energiewende und für den natürlichen Klimaschutz auf die Entwicklung der Flächennutzung bis 2030 (Angaben in Hektar)“:

13 <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/langfristige-politikkonzepte/pv-auf-agrarflaechen>.

14 Osterburg, Bernhard et al. (2023), Flächennutzung und Flächennutzungsansprüche in Deutschland, 10/2023, Kurzfassung (Abstract) ohne Seitenangabe, https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn067046.pdf.

	Änderung pro Tag	Änderung pro Jahr	Änderung 2023 bis 2030
Siedlungs- und Verkehrsfläche	75	27.400	219.200
Wald und Gehölze	60	21.900	175.200
Ausbau Freiflächen-PV	36	13.038	104.300
Ausbau Windenergie	4	1.475	11.800
Neue Agrargehölze	68	25.000	200.000
Wiedervernässung von Mooren	34	12.500	100.000
Summe der Flächenneuansprüchen	278	101.313	810.500
Landwirtschaftsfläche	-204	-74.348	-594.783
andere Flächennutzungen	-74	-26.965	-215.717
LF	-109	-39.784	-318.274

Quelle: Eigene Berechnungen auf Basis von Trendeinschätzungen nach Daten des Statistisches Bundesamts (Destatis), verschiedene Jahrgänge. Flächenerhebung nach Art der tatsächlichen Nutzung sowie Bodennutzung der Betriebe - Landwirtschaftlich genutzte Flächen - Fachserie 3 Reihe 3.1.2., sowie den Analysen im Kapitel 2 und 3 dieser Studie.

Abbildung 1: Potenzielle Auswirkungen zusätzlicher Flächenansprüche für bezahlbaren Wohnraum, für die Energiewende und für den natürlichen Klimaschutz auf die Entwicklung der Flächennutzung bis 2030 (Angaben in Hektar).¹⁵

3.2. Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel

Eine Dissertation, die am Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel 2025 verfasst wurde, beschäftigt sich mit Fragen der Photovoltaik auf landwirtschaftlichen Flächen.¹⁶

Auszug aus der Zusammenfassung der Dissertation:

„Der stärkste Ausbau von PV-FFA ist im Norden, Nordosten und Südosten Deutschlands festzustellen. Insgesamt ist die Flächennutzungskonkurrenz gering, da der mittlere Anteil von PV-FFA an der landwirtschaftlichen Nutzfläche bei lediglich 0,1 % liegt. Auch wenn in einigen Regionen eine höhere Anlagendichte zu beobachten ist, sind hier die Anteile von PV-FFA an der landwirtschaftlichen Nutzfläche mit 0,5 % immer noch sehr gering. Dennoch kann es bei einem stärkeren Ausbau zu verstärkten regionalen Konzentrationen und somit zu Landnutzungskonflikten kommen.“¹⁷

15 Osterburg, Bernhard et al. (2023), Flächennutzung und Flächennutzungsansprüche in Deutschland, 10/2023, S. 68, https://literatur.thuenen.de/digbib_extern/dn067046.pdf.

16 Böhm, Jonas (2025), Photovoltaik auf landwirtschaftlichen Flächen: Nutzungskonkurrenz, Flächennutzungseffizienz und Rentabilität verschiedener Konzepte, Dissertation, 02/2025, Institut für Agrarökonomie der Christian-Albrecht-Universität zu Kiel, in Kooperation mit dem Thünen-Institut für Betriebswirtschaft, https://macau.uni-kiel.de/receive/macau_mods_00006142.

17 S. 10, https://macau.uni-kiel.de/receive/macau_mods_00006142.

Siehe auch Böhm, Jonas et al. (2023), PV-Strom vom Acker: Im Einklang mit oder in Konkurrenz zur Landwirtschaft? Photovoltaik-(PV)-Freiflächenanlagen werden voraussichtlich ein wichtiger Bestandteil des künftigen Energiesystems – aber mit welchen Auswirkungen auf die Landwirtschaft? Projekt: 08/2020 – 06/2025, <https://www.thuenen.de/de/themenfelder/pflanzenproduktion/neue-landnutzungssysteme-entwickeln/standard-titel-2>.

3.3. Informationen des Fraunhofer-Instituts für Solare Energiesysteme

Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE stellt auf ihrer Internetseite verschiedene Informationen zur Photovoltaik zur Verfügung, u. a. „Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland“ (Stand Juni 2025).¹⁸ Darin wird auf unterschiedliche Fragen zur Flächenbeanspruchung durch Photovoltaikanlagen eingegangen.

Kapitel 12 ist mit der Frage überschrieben: „Gibt es in Deutschland genügend Flächen für PV?“

„Ja, und zwar ohne nennenswerte Konflikte mit der Landwirtschaft oder dem Naturschutz. [...]“¹⁹

Kapitel 14 beantwortet die Frage: „Zerstören PV-Anlagen ökologisch wertvolle Flächen?“

„Nein, ganz im Gegenteil, gewöhnlich fördern sie die Renaturierung. Wird eine Fläche aus der intensiven Landwirtschaft, bspw. aus dem Energiepflanzenanbau, herausgenommen, in Grünfläche umgewandelt und darauf eine PV-Freiflächenanlage (PV-FFA) errichtet, dann nimmt die Biodiversität grundsätzlich zu [...]. In PV-FFA wird nicht gedüngt, so dass weniger anspruchsvolle Pflanzen eine Chance erhalten. Die Einzäunung der PV-FFA schützt die Fläche gegen unbefugten Zutritt und freilaufende Hunde, was u.a. Bodenbrütern entgegenkommt. [...]. Moorböden erstrecken sich in Deutschland nach Angaben des Bundesamts für Naturschutz auf 1,4 Mio. ha, davon werden etwa 50 % als Grünland und 25 - 30 % als Acker genutzt. Die Trockenlegung von Moorflächen für die intensive landwirtschaftliche Nutzung führt zu einem dramatischen Anstieg ihrer CO₂-Emissionen. Knapp 7 % der Treibhausgasemissionen Deutschlands stammen derzeit von entwässerten Moorböden [...]. Degradierete Moorböden können im Kontext der Wiedervernässung mit angepassten PV-Kraftwerken bebaut werden (Moor-PV). Die teilweise Beschattung durch PV wirkt einer Austrocknung entgegen und kann den Aufbau von Torf unterstützen.“²⁰

18 Fraunhofer ISE (2025), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, 16.6.2025, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>, dann Download starten.

19 S. 30ff, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>, dann Download starten.

20 Fraunhofer ISE (2025), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, S. 35, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>.

3.4. Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW)

Im Rahmen des Vorhabens „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Teilvorhaben solare Strahlungsenergie“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wurde 2024 vom Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW) eine Einschätzung zur Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen erstellt.²¹ Hierin heißt es:

„Der Flächenbedarf neuer Freiflächenanlagen hat sich in den vergangenen Jahren im Verhältnis zur installierten Leistung insgesamt sehr stark reduziert. Während in den Jahren bis 2008 pro MW noch 3,5 Hektar und mehr erforderlich waren, ist der Wert bis 2021 auf 1 ha/MW und in den Folgejahren weiter auf 0,9 ha/MW im Jahr 2023 gesunken [...].“²²

4. Auswirkungen auf schützenswerte Lebensräume

4.1. KNE-Auswahlbibliografien zu Naturschutz und Energiewende

Das Kompetenzzentrum Naturschutz Energiewende (KNE) stellt zum Thema „Naturschutz und Energiewende“ mehrere **Bibliografien**²³ zur Verfügung.

Die 11-seitige KNE-Auswahlbibliografie zu „Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Naturschutz“ (Stand: 21.02.2025):

<https://www.naturschutz-energiewende.de/download/kne-auswahlbibliografie-photovoltaik-freiflaechenanlagen-und-naturschutz/?tmstv=1729609538>

umfasst wissenschaftliche Studien, Forschungsberichte und Positionspapiere von Verbänden auf Bundesebene. Es werden verschiedene naturschutzfachliche Aspekte von Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-FFA) und der sogenannten „besonderen Solaranlagen“ gemäß EEG 2023 erörtert. Die Dokumente zu den einzelnen Themen sind verlinkt. Thematisiert werden: Naturverträgliche Gestaltung der Anlagen, Auswirkungen auf die Biodiversität und Umwelt (Vögel, Arthropoden/Insekten, Säugetiere, Vegetation, abiotische Schutzgüter, Auswirkungen von Agri-, Moor- und Floating-PV),

21 Kelm, Tobias; Stauch, Daniel (Update 2023, 29.07.2024, korrigierte Version vom 19.02.2025), Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen, Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg (ZSW), Erstellt im Rahmen des Vorhabens „Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz, Teilvorhaben solare Strahlungsenergie“ im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz, https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2024/Flaecheninanspruchnahme_PV-FFA_2023.pdf.

22 S. 4, https://www.zsw-bw.de/fileadmin/user_upload/PDFs/Aktuelles/2024/Flaecheninanspruchnahme_PV-FFA_2023.pdf.

23 <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/bibliothek/>.

Auswirkungen auf das Landschaftsbild, Flächenpotenziale und räumliche Steuerung sowie Planungs- und genehmigungsrechtliche Fragestellungen.²⁴

Weitere KNE-Auswahlbibliografien stehen zu den folgenden Themen zur Verfügung²⁵:

- [Habitatpotenzialanalyse und Habitatmodellierung](#) (21.01.2025)
- [Auswirkungen von Windenergieanlagen auf die Fledermausaktivität](#) (Stand: 15.11.2024)
- [Signifikanzschwellen für Brutvögel](#) (Stand: 04.11.2024)
- [Telemetrie von Greifvögeln und Eulen und Windenergie](#) (Stand: 10.10.2024)
- [Windenergienutzung auf Waldstandorten](#) (Stand: 11.09.2024)
- [Dichtezentren reviertreuer Vogelarten](#) (Stand 29.02.2024)
- [Ausnahme nach § 45 Abs. 7 BNatSchG](#) (Stand: 15.02.2022)
- [Wahrnehmbarkeit von Windenergieanlagen für Vögel bei Tage und deren Einfluss auf das Kollisionsrisiko](#) (Stand 21.05.2021).

Ferner finden sich kontinuierlich aktualisierte Veröffentlichungen des KNE zu Antikollisionssystemen unter dem folgenden Link: <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen-zu-antikollisionssystemen/>.

Siehe auch:

KNE (2024), Photovoltaik und Folgenutzung auf Ackerland und Grünland, [https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE Photovoltaik und Folgenutzung auf Ackerland und Gruenland.pdf](https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_Photovoltaik_und_Folgenutzung_auf_Ackerland_und_Gruenland.pdf).

KNE (2025), Berücksichtigung von Landschaftsbild und Erholungswert bei Solarparkprojekten, <https://www.naturschutz-energiewende.de/fragenundantworten/zur-beruecksichtigung-von-landschaftsbild-und-erholungswert-bei-solarparkprojekten/>.

Eine **KNE-Konferenz** „Wie geht es weiter mit dem Naturschutz in der Energiewende?“ findet in Berlin vom 17. bis 18.09.2025 statt.²⁶

24 KNE-Auswahlbibliografie „Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Naturschutz“, <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/bibliothek/>, dann Download des Links „[Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Naturschutz](#)“ (Stand: 21.02.2025) starten.

25 <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/bibliothek/>.

26 <https://www.naturschutz-energiewende.de/veranstaltungen/kne-konferenz-2025-wie-geht-es-weiter-mit-dem-naturschutz-in-der-energiewende/>.

4.2. Metastudie des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu)

Die Metastudie des Instituts für Energie- und Umweltforschung Heidelberg (ifeu) im Auftrag der MVV Stiftung Zukunft „Energiewende und der Erhalt der Biodiversität in Deutschland“²⁷ beschreibt Strategien und Maßnahmen, um mögliche Auswirkungen des Ausbaus erneuerbarer Energien auf die Biodiversität zu reduzieren. Sie stellt einige Positivbeispiele vor. Diese Beispiele zeigen, wie man das Spannungsfeld zwischen Energiewende und Biodiversitätsschutz erfolgreich auflösen könnte.²⁸

Lösungsansätze zur Verringerung der Auswirkungen von Windenergieanlagen finden sich auf den Seiten 15 ff,

Lösungsansätze zur Verringerung der Auswirkungen von Solarparks auf den Seiten 21 ff.

4.3. Deutsche Naturschutzverbände

Hilker et al. (2024) untersuchten neben dem Grad der lokalen Akzeptanz auch positive und negative Einflussfaktoren von Photovoltaikanlagen anhand von Textanalysen und Interviews mit lokalen Vertretern von Naturschutzverbänden. Sie stellten einen wachsenden Konsens hinsichtlich der Grundannahmen über den Bedarf an erneuerbaren Energien sowie hinsichtlich der vorrangigen Förderung von PV-Anlagen auf Dächern gegenüber Freiflächenanlagen und Agri-PV (APV) fest. Ebenso wurde die Notwendigkeit betont, dass PV-Anlagen mit Naturschutzzielen vereinbar sein müssten. Beim Vergleich des Inhalts von Positionspapieren und den Antworten der Befragten hinsichtlich konkreter Standortentscheidungen auf landwirtschaftlichen Flächen fanden sich divergierende Haltungen. Die Befragten plädierten für die Berücksichtigung lokaler Interessen und spezifischer regionaler Gegebenheiten sowie für die Einbeziehung der Auswirkungen von PV-Anlagen auf die lokale Umwelt und die Notwendigkeit von Verteilungsgerechtigkeit. Großanlagen würden lokal weniger akzeptiert als kleinere. Dem Ausbau von APV stehe man offener gegenüber als dem von PV-Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichen Flächen. Es gebe jedoch nach wie vor eine Reihe von Bedenken hinsichtlich der Auswirkungen auf die Landschaft und die biologische Vielfalt. Es bedürfe weiterer Forschung und Klärung dieser Fragen.²⁹

27 Bürck, S.; Bolte, V., Fehrenbach, H.; Wehrle, A. (2025), Energiewende und der Erhalt der Biodiversität in Deutschland, Eine Metastudie, Heidelberg, <https://www.mvv-stiftung-zukunft.de/aktivitaeten/studie>, dann Download starten.

28 <https://www.mvv-stiftung-zukunft.de/aktivitaeten/studie>.

29 Hilker, Janna Maria et al. (2024), Photovoltaics in agricultural landscapes: “Industrial land use” or a “real compromise” between renewable energy and biodiversity? Perspectives of German nature conservation associations, <https://link.springer.com/article/10.1186/s13705-023-00431-2>, dann Download starten. Übersetzt mit KI-Unterstützung, <https://link.springer.com/article/10.1186/s13705-023-00431-2>.

4.4. BUND/NABU

In einem Faktencheck-Papier aus der Reihe „Windenergie im Fokus“ aus dem Jahr 2024 greifen BUND und NABU zahlreiche Fragen zu Umweltauswirkungen von Windenergieanlagen auf.³⁰

4.5. Bundesamt für Naturschutz (BfN)

Im Rahmen des Forschungsvorhabens „Umsetzungsmöglichkeiten eines Monitorings zur Berücksichtigung der Anforderungen von Natur und Landschaft beim Ausbau der erneuerbaren Energien und Netze im Strombereich (EEMonReport)“ des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) wurde ein Endbericht erstellt. Er zeigt Möglichkeiten für ein Monitoring eines naturverträglichen Ausbaus erneuerbarer Energien auf.³¹ Hierin heißt es:

„Die Nutzung erneuerbarer Energien hat gegenüber fossilen Energieträgern deutliche Vorteile in Bezug auf Umweltverträglichkeit und Klimawirkung. So ist die Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien weitgehend CO₂-neutral und entlastet damit Klima und Umwelt. Erneuerbare Energien können aber auch negative Auswirkungen auf Natur und Landschaft haben [...]. Diese lassen sich jedoch durch einen verantwortungsvollen und behutsamen Ausbau der erneuerbaren Energien minimieren oder sogar umkehren [...]. Ein in diesem Sinne naturverträglicher Ausbau zielt daher darauf ab, den Energiebedarf der Gesellschaft mit möglichst geringer Beeinträchtigung von Natur und Landschaft zu decken und mit den Erfordernissen des Umwelt- und Naturschutzes in Einklang zu bringen.“³²

Zu den Auswirkungen der erneuerbaren Energien auf den **Naturschutz** und die **Biodiversität** nimmt der Bericht auf den Seiten 10 f Stellung.

Das BfN erarbeitet Strategien für einen naturverträglichen Ausbau erneuerbarer Energien. Zu diesem Thema führt es Forschungsprojekte durch und präsentiert Forschungsergebnisse, die aufzeigen, welche Auswirkungen die verschiedenen Nutzungsformen der Energiewende auf die biologische Vielfalt haben. Nachfolgend findet sich Literatur zu Ergebnissen einiger Forschungsprojekte:

- Reich, Michael et al. (2024), Auswirkungen von Agriphotovoltaik auf die Vogelwelt der Agrarlandschaft, <https://www.umwelt.uni-hannover.de/de/forschung/forschungsprojekte/forschungsprojekt-detailansicht/projects/auswirkungen-von-agriphotovoltaik-auf-die-vogelwelt-der-agrarlandschaft>.
- Machbarkeitsstudien für die Biodiversität in Solarparks, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/solkraftwerke-und-integrierte-photovoltaik/integrierte-photovoltaik/biodiversitaets-photovoltaik-biodiv-pv.html#Machbarkeitsstudien-fuer-die-Biodiversitaet-in-Solarparks>

30 BUND/NABU (2024), Umweltauswirkungen von Windenergieanlagen, 06/2024, https://www.dialogforum-energie-natur.de/wp-content/uploads/2024/07/2024_07_18-Faktencheck.pdf.

31 Thrän, Daniela et al. (2024), Monitoring der Naturverträglichkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien im Strombereich („EEMonReport“), BfN-Schriften 683, <https://bf.n.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1755/file/Schrift683.pdf>.

32 S. 7, <https://bf.n.bsz-bw.de/frontdoor/deliver/index/docId/1755/file/Schrift683.pdf>.

- Identifikation von Fledermausattraktoren an Windenergieanlagen zur Entwicklung von Vermeidungsstrategien: GPS-basierte Raumstudien des kollisionsgefährdeten Großen Abendseglers, <https://www.dbu.de/projektdatenbank/34411-01/>.

Weitere geförderte Projekte finden sich unter dem folgenden Link: <https://www.natur-und-erneuerbare.de/themen/natur-und-lebensraeume/>.

Siehe auch BfN (2024), Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten, <https://www.bfn.de/publikationen/bfn-schriften/bfn-schriften-712-zukuenftige-solar-anlagen-technologien-auswirkungen>

4.6. EE-Monitor

Die Internet-Informationsplattform „EE-Monitor“³³ ist ein Resultat des gleichnamigen Forschungsprojekts, das, gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz, von 2015 bis 2018 durchgeführt wurde. Es soll „eine wissenschaftlich fundierte Grundlage für die gesellschaftliche Auseinandersetzung über den naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland“ bieten.

„Der EE-Monitor unterstützt dabei, sowohl Fehlentwicklungen als auch positive Tendenzen beim naturverträglichen Ausbau der erneuerbaren Energien aufzuzeigen.“³⁴

Zu den Projektpartnern zählen das Helmholtz-Zentrum für Umweltforschung GmbH (UFZ), das Deutsche Biomasseforschungszentrum (DBFZ) und das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE).

4.7. OECD

Der OECD-Bericht (2024) „Mainstreaming Biodiversity into Renewable Power Infrastructure“³⁵ befasst sich mit den durch Solarenergie, Windkraft und Stromleitungen verursachten Herausforderungen für die Biodiversität, zeigt Lösungen auf und gibt Empfehlungen:

„Die Abkehr von fossilen Brennstoffen kann den klimabedingten Druck auf die biologische Vielfalt verringern, birgt aber auch eigene Risiken. Wenn der Ausbau der erneuerbaren Energien nicht sorgfältig gesteuert wird, könnte er die biologische Vielfalt gefährden. Dieser Bericht fasst die Erkenntnisse über die Auswirkungen der Infrastruktur für erneuerbare Energien auf die biologische Vielfalt zusammen, wobei der Schwerpunkt auf Solarenergie, Windkraft und Stromleitungen liegt. Er zeigt Möglichkeiten auf, wie die biologische Vielfalt in die Planung und Politik des Energiesektors einbezogen werden kann, um bessere Ergebnisse für die Natur und das Klima zu erzielen. Der Bericht stützt sich auf Erkenntnisse über bewährte Praktiken aus der ganzen

33 Webseite: <https://ee-monitor.de>.

34 <https://web.app.ufz.de/ee-monitor/>.

35 https://www.oecd.org/en/publications/mainstreaming-biodiversity-into-renewable-power-infrastructure_357ac474-en.html, dann Download starten.

Welt und gibt den Regierungen Empfehlungen, wie sie den Ausbau der erneuerbaren Energien mit den Zielen der biologischen Vielfalt in Einklang bringen können.“³⁶

5. Publikationen der Wissenschaftlichen Dienste

Die folgenden Publikationen der Wissenschaftlichen Dienste des Bundestages zum Thema der Auswirkungen von Windenergieanlagen sind chronologisch aufgeführt:

Einzelfragen zu Artenschutz und Schallimmissionen bei Windkraftanlagen, WD 8 – 029/20, <https://www.bundestag.de/resource/blob/710904/8c201f7c973218109e18804e326dba62/WD-8-029-20-pdf-data.pdf>.

Wissenschaftliche Literatur zu mikroklimatischen Auswirkungen von Windkraftträdern, WD 8 – 076/20, <https://www.bundestag.de/resource/blob/819216/9800521ffbaee171ced09737243e38dd/wd-8-076-20-pdf-data.pdf>.

Lokale mikroklimatische Effekte durch Windkraftträder, WD 8 – 083/20, <https://www.bundestag.de/resource/blob/819218/a668b4852a5af0f8bd065ac999ee0d05/WD-8-083-20-pdf-data.pdf>.

Erneuerbare Energien-Anlagen auf Denkmälern und in geschützten Teilen von Natur und Landschaft, WD 8 – 009/22, <https://www.bundestag.de/resource/blob/891144/WD-8-009-22-pdf.pdf>.

Windenergieanlagen, Physikalische Aspekte und Auswirkungen auf die Luftfauna, WD 8 – 041/23, <https://www.bundestag.de/resource/blob/962684/WD-8-041-23-pdf.pdf>.

Raumwirksamkeit von Windenergie- und Solarindustrieanlagen, Visuelle Umweltverschmutzung, WD 8 – 048/23, <https://www.bundestag.de/resource/blob/968186/WD-8-048-23-pdf.pdf>.

Berücksichtigung des Schutzes am Boden lebender Arten beim Ausbau der Windenergie in Deutschland, Auswirkungen auf die marine und terrestrische Biodiversität, WD 8 – 060/24, <https://www.bundestag.de/resource/blob/1032856/WD-8-060-24-pdf.pdf>.

6. Soziale Auswirkungen

Nachfolgend wird eine Literaturlauswahl von Publikationen aufgelistet, die verschiedene Aspekte sozialer Auswirkungen des Einsatzes von erneuerbaren Energien beleuchten.

6.1. Arbeitsgemeinschaft bäuerliche Landwirtschaft e.V. (AbL e. V.), (2025)

Positionspapier, Landwirtschaft & Energiewende, Für einen landwirtschafts- und umweltverträglichen Photovoltaik-Ausbau, 03/2025, https://www.abl-ev.de/fileadmin/user_upload/2025-04-14_AbL_Positionspapier_PV-Ausbau_FINAL_Webversion.pdf.

36 Übersetzt mit KI-Unterstützung, https://www.oecd.org/en/publications/mainstreaming-biodiversity-into-renewable-power-infrastructure_357ac474-en.html.

Die AbL e. V. (2025) beschreibt die Situation auf dem Bodenmarkt (Finanzkrise 2007/8, nicht-landwirtschaftliche Investoren, Share Deals, Verdoppelung der Bodenpreise für landwirtschaftliche Grundstücke, Steigerung der Pachtpreise), die Auswirkungen des PV-Ausbaus auf bestehende Bodenmarktverhältnisse, äußert sich zu Agri-PV und landwirtschaftlichen Nutzflächen, zur Rolle der Kommunen und zur Regulierung von nicht-EEG-geförderten Anlagen.

6.2. Zinke, Olaf (2024)

Zinke, Olaf (2024), Goldrausch am Pachtmarkt – Pachtpreise explodieren wegen Solar und Windkraft, Pachtpreise und Erneuerbare Energie, 27.12.2024, Zuletzt aktualisiert am 29.12.2024, <https://www.agrarheute.com/management/finanzen/goldrausch-pachtmarkt-solar-wind-pachtpreise-hochtreiben-630615>.

„Der Ausbau von Solar- und Windenergie boomt - auf Kosten von Ackerland. Die gebotenen Pachtpreise sind zehnmal höher als „normale“ Pachtpreise. Landwirte können das nicht mehr erwirtschaften.“

6.3. Öko-Institut (2025)

Öko-Institut (2025), Soziale Energiewende, <https://www.oeko.de/themen/gerechte-transformation/soziale-energiewende/>.

„Das Öko-Institut beschäftigt sich mit unterschiedlichen Aspekten der sozialen Seite der Energiewende: Die Wissenschaftler*innen arbeiten zu den Beiträgen, die verschiedene soziale Gruppen leisten können. Sie befassen sich mit den ungleichen Auswirkungen auf gesellschaftliche Gruppen und mit der Frage, wie durch gezielte Unterstützung die ökologische Transformation der Energieversorgung und -nutzung sozial ausgewogen umgesetzt werden kann.“³⁷

6.4. Perpiñá Castillo et al. (2024)

Perpiñá Castillo, C. et al. (2024), Renewable energy production and potential in EU rural areas, Joint Research Centre, Joint Research Centre, Publications Office of the European Union, 2024, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/51ad1574-bf3a-11ee-b164-01aa75ed71a1/language-en>, dann Download starten.

„Die vorliegende Studie zielt darauf ab, das technische Potenzial erneuerbarer Energiequellen in ländlichen Gebieten der EU quantitativ zu bewerten, wobei der Schwerpunkt auf Sonnen-, Wind- und Wasserkraft liegt. Dies wird dazu beitragen, relevante Erkenntnisse darüber zu gewinnen, wie ländliche Gebiete und Gemeinden zur grünen Energiewende in der EU beitragen und von ihr profitieren können, ohne dabei Naturgebiete, wichtige Biodiversitäts- und Vogelgebiete, hochwertige landwirtschaftliche Betriebe und die Nahrungsmittelproduktion zu beeinträchtigen. [...]. Diese Arbeit befasst sich auch mit dem Konzept der Energiegemeinschaften. Dabei handelt es sich um einen neu entstehenden Rahmen, der einen gerechten grünen Übergang

37 <https://www.oeko.de/themen/gerechte-transformation/soziale-energiewende/>.

für ländliche Gemeinden fördern soll. In diesem Rahmen können die erzeugten Werte und Vorteile vor Ort erhalten bleiben, während gleichzeitig die Demokratie gefördert wird.“³⁸

6.5. Virah-Sawmy/Sturmberg (2025)

Virah-Sawmy, Dan; Sturmberg, Bjorn (2025), Socio-economic and environmental impacts of renewable energy deployments: A review, 01/2025, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124006828>.

„Studien haben im Allgemeinen gezeigt, dass die soziale Akzeptanz als Reaktion auf ein gewisses Maß an gemeinschaftlichem Miteigentum zunimmt [...]. Studien in Norwegen, Schottland, Belgien, Dänemark und Deutschland haben ergeben, dass die Einführung von lokalem Miteigentum beträchtliche wirtschaftliche Auswirkungen auf die lokale Gemeinschaft hatte, da der Reichtum in der lokalen Wirtschaft zirkulierte, anstatt zu weit entfernten Eigentümern zu fließen. [...]. Während die allgemeinen Schlussfolgerungen aus Studien über gemeinschaftliches Miteigentum sehr positiv ausfallen, sind solche Initiativen im Energiesektor relativ neu. Walker et al. betonen, dass weitere Forschung erforderlich ist, um zu ermitteln, wie der Nutzen für die Gemeinschaft am besten gestaltet, dargestellt und wahrgenommen wird.“³⁹

6.6. Agora Energiewende (2025)

Agora Energiewende (2025), Die Energiewende in Deutschland: Stand der Dinge 2024, Rückblick auf die wesentlichen Entwicklungen sowie Ausblick auf 2025, Analyse, https://www.agora-energie-wende.de/fileadmin/Projekte/2025/2024-18_DE_JAW24/A-EW_351_JAW24_WEB.pdf.

„Die Sorge vor möglichen negativen Auswirkungen von Klimaschutzmaßnahmen ist präsent“ (siehe Seite 87 f).

6.7. Sachverständigenrat für Ländliche Entwicklung beim BMEL (2024)

Die Stellungnahme des Sachverständigenrats Ländliche Entwicklung (SRLE) beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) befasst sich mit den Chancen und Herausforderungen des Ausbaus von Windenergie- und Photovoltaikanlagen für ländliche Räume:

„Die ländlichen Räume haben aufgrund ihrer Standortvoraussetzungen eine herausragende Bedeutung für den notwendigen Ausbau erneuerbarer Energien. Ihnen eröffnen sich damit große Chancen. Dieser Ausbau ist gleichzeitig mit Herausforderungen und Beeinträchtigungen verbunden. Dazu gehören Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der Biodiversität, soziale Spannungen und Konflikte an den Standorten und die Flächenkonkurrenz zu landwirtschaftlichen Produktionsflächen.“

38 Übersetzt mit KI-Unterstützung, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/51ad1574-bf3a-11ee-b164-01aa75ed71a1/language-en>.

39 Übersetzt mit KI-Unterstützung, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124006828>.

Eine wichtige Voraussetzung für die zügige Transformation des Energiesystems ist die Akzeptanz der betroffenen Menschen und Kommunen vor Ort. Umfragen zeigen, dass die gesellschaftliche Akzeptanz von Windenergieanlagen und Solarparks weiterhin groß ist. Sie nimmt in der Nähe von schon gebauten Anlagen zu. Werden Anlagen geplant, wachsen die Ablehnung und der Widerstand in Teilen der Bevölkerung. Eine entscheidende Rolle spielen dabei Fragen der Gerechtigkeit und Fairness. Sind Nutzen und Lasten der Energiewende sozial und räumlich, zum Beispiel zwischen ländlichen und nicht-ländlichen Räumen, gerecht verteilt? Werden planungsrechtliche Entscheidungen über Standorte von Anlagen transparent getroffen? Dahinter steht die berechtigte Sorge um Natur, Landschaft, Immobilienwerte und sozialen Frieden sowie um drohende Wohlstandsverluste im Zuge der Energiewende. Werden politische Entscheidungen und Nutzen hingegen transparent und bieten sich Möglichkeiten der Einflussnahme, Steuerung und Teilhabe, steigt die Akzeptanz. Beteiligungsprozesse dürfen aber nicht dazu führen, den konsequenten Ausbau der erneuerbaren Energien und damit die Klimaziele infrage zu stellen. Die Lasten und Chancen der Energiewende und des Ausbaus der erneuerbaren Energien müssen aber sozial und räumlich fair verteilt werden.“⁴⁰

6.8. Fraunhofer ISE (2025)

Fraunhofer ISE (2025), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, 16.6.2025, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>, dann Download starten.

Kapitel 15 befasst sich mit der Frage: „Finden PV-Kraftwerke Akzeptanz in der Bevölkerung?“⁴¹

6.9. Hübner et al. (2020/2023)

Hübner, Gundula; Pohl, Johannes; Warode, Jan et al. (2020), Akzeptanzfördernde Faktoren erneuerbarer Energien, BfN-Skripten 551, <https://www.bfn.de/publikationen/bfn-schriften/bfn-schriften-551-akzeptanzfoerdernde-faktoren-erneuerbarer-energien>, dann Download starten.

„Für das Gelingen der Energiewende ist es von zentraler Bedeutung, dass der Ausbau der erneuerbaren Energien von der Bevölkerung mitgetragen und das Thema Akzeptanz aktiv ausgestaltet wird. Im Rahmen eines FuE-Vorhabens des Instituts für Psychologie der Martin-Luther-

40 Stellungnahme des Sachverständigenrats Ländliche Entwicklung (SRLE) beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), Transformation des Energiesystems: Chancen des Ausbaus von Windenergie- und Photovoltaikanlagen für ländliche Räume nutzen, Stellungnahme des Sachverständigenrats Ländliche Entwicklung (SRLE) beim Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), 19.03.2024, Einleitung: die herausragende Bedeutung der ländlichen Räume für die Transformation des Energiesystems, S. 1, <https://www.uni-goettingen.de/de/document/download/31d6434350e2267bea1c16a680931b27.pdf/stellungnahme-srle-chancen-ausbau-windenergie.pdf>.

41 S. 35f, Fraunhofer ISE (2025), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, 16.6.2025, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>, dann Download starten.

Universität Halle wurde der Frage nachgegangen, ob ein natur- und landschaftsverträglicher Ausbau zu einer höheren Akzeptanz führen kann.“⁴²

Siehe auch:

Hübner, G.; Leschinger, V.; Müller, F.J.Y.; Pohl, J. (2023), Broadening the social acceptance of wind energy – An Integrated Acceptance Model. Energy Policy 173, 113360, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421522005791>.

6.10. McKenna et. al. (2025)

Die Analyse „System impacts of wind energy developments: key research challenges and opportunities“⁴³, in die über 400 einzelne Studien eingeflossen sind, untersucht u. a. die Auswirkungen der Windenergie auf die Umwelt, Gesellschaft, Wirtschaft ebenso wie soziale, wirtschaftliche und gesundheitliche Aspekte.

6.11. Tsani et al. (2024)

Tsani, T.; Weinand, J.M.; Linßen, J.; Stolten, D. (2024), Quantifying social factors for onshore wind planning – A systematic review. Renew. Sustain. Energy Rev. 203, 114762, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403212400488X?via%3Dihub>.

Es wurden 81 Studien aus den Jahren von 2002 bis 2022 analysiert:

„88,8 % der untersuchten Artikel analysieren Fallstudien in europäischen und nordamerikanischen Ländern, wobei Deutschland mit 24 % das am häufigsten untersuchte Land ist. Die gesellschaftliche Akzeptanz von Onshore-Windkraftanlagen ist in diesen Regionen ein wichtiges Thema [...], da die Windenergie in den letzten Jahrzehnten schnell ausgebaut wurde. Die soziale Akzeptanz wird häufig als ein wesentliches Hindernis für die Einführung von Windenergieanlagen angesehen [...]. Die Analyse zeigt, dass sich 63 % der europäischen Studien auf die Quantifizierung von Beeinträchtigungen durch Windenergieanlagen konzentrieren, beispielsweise auf visuelle Auswirkungen, akzeptable Nähe, Lärm und Auswirkungen auf das Wohlbefinden. Im Gegensatz dazu konzentrieren sich acht von zwölf nordamerikanischen Studien auf die Quantifizierung möglicher sozioökonomischer Auswirkungen als Faktoren, die die Akzeptanz beeinflussen. Dieser unterschiedliche Schwerpunkt könnte auf eine geografische und soziokulturelle Variation dessen hindeuten, was als wichtiger Faktor für die Akzeptanz angesehen wird.“⁴⁴

42 <https://www.bfn.de/publikationen/bfn-schriften/bfn-schriften-551-akzeptanzfoerdernde-faktoren-erneuerbarer-energien>.

43 McKenna, R.; Lilliestam, J.; Heinrichs, H. et. al. (2025), System impacts of wind energy developments: key research challenges and opportunities. Joule, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2542435124005130?via%3Dihub>.

44 Übersetzt mit KI-Unterstützung, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S136403212400488X?via%3Dihub>.

Siehe hierzu auch die grafische Zusammenfassung von Tsani et al. (2024) unter dem folgenden Link: https://ars.els-cdn.com/content/image/1-s2.0-S136403212400488X-ga1_lrg.jpg.

Weitere Studien:

Griese, Thomas (2025), Erneuerbare Energien - eine Geschichte des Gelingens, Die zu wenig beachteten Leistungen der Landwirtschaft bei der Umsetzung der Energiewende, In: Der kritische Agrarbericht: Hintergrundberichte und Positionen zur Agrardebatte. 2025 (2025), https://kritischer-agrarbericht.de/fileadmin/Daten-KAB/KAB_2025/KAB2025_72dpi_84_88_Griese.pdf.

Scarlat, N. et al. (2020), Clean energy technologies in coal regions, Opportunities for jobs and growth: deployment potential and impacts, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/cdd4593e-1d56-11ea-95ab-01aa75ed71a1/language-en>, dann Download starten.

Ellis, G.; Schneider, N.; Wüstenhagen, R. (2023), Dynamics of social acceptance of renewable energy: An introduction to the concept, Energy Policy 181, 113706. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421523002914?via%3Dihub>.

Liebe, U.; Bartczak, A.; Meyerhoff, J. (2017), A turbine is not only a turbine: the role of social context and fairness characteristics for the local acceptance of wind power. Energy Policy 107, 300–308, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301421517302689>.

Scherhauer, P.; Höltinger, S.; Salak, B.; Schauppenlehner, T.; Schmidt, J. (2018). A participatory integrated assessment of the social acceptance of wind energy. Energy Res. Soc. Sci. 45, 164–172, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2214629618306777>.

7. Exkurs: Besondere Solaranlagen

Durch das EEG 2023 werden auch verschiedene sog. „besondere Solaranlagen“ gefördert. Hierbei handelt es sich um:

- „Ackerflächen, die kein Moorboden sind, mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf derselben Fläche
- Flächen, die kein Moorboden sind, bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen auf derselben Fläche
- Grünland, das kein Moorboden ist, bei gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung als Dauergrünland, wenn das Grünland nicht in einem Natura 2000-Gebiet im Sinn des § 7 Abs. 1 Nr. 8 des Bundesnaturschutzgesetzes liegt und kein Lebensraumtyp ist, der in Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen (ABl. L 206 vom 22.7.1992, S. 7), die zuletzt durch die Richtlinie 2006/105/EG (ABl. L 363 vom 20.12.2006, S. 368) geändert worden ist, aufgeführt ist
- Parkplatzflächen

- Moorböden, die entwässert und landwirtschaftlich genutzt wurden und die dauerhaft wiedervernässt werden.“⁴⁵

Nachfolgend werden zu diesen Solaranlagen Publikationsquellen, die sich mit ihren Auswirkungen beschäftigen, zusammengestellt.

7.1. Agri-Photovoltaik

1981 veröffentlichte Adolf Goetzberger das erste Agri-PV-Konzept.⁴⁶ Siehe zur Entwicklung der Agri-PV den folgenden Zeitstrahl:

Agri-PV-Zeitstrahl

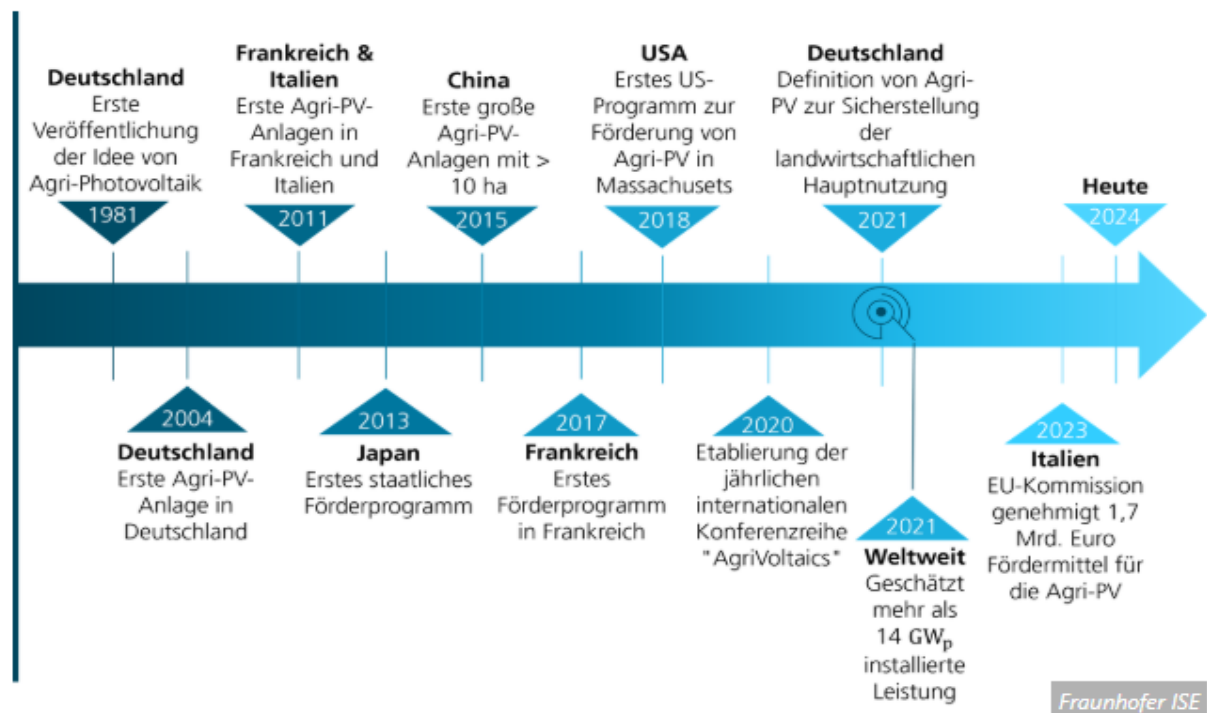


Abbildung 2: Zeitstrahl zur Errichtung von Agri-PV-Anlagen laut Fraunhofer ISE.⁴⁷

Das Fraunhofer ISE (2025) führt zu Agri-PV Folgendes aus:

45 <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Solaranlagen1/BesondereSolaranlagen/start.html>.

46 Ghasemi, S.; Sadeghkhan, I. (2025), Toward Sustainable Energy-Agriculture Synergies: A Review of Agrivoltaics Systems for Modern Farming Practices, 15.05.2025, <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1002/solr.202500041>.

47 Fraunhofer ISE (o. D.), Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende, <https://agri-pv.org/de/>.

„[Eine] Agri-PV mit hoch aufgeständerten Modulen ermöglicht den Anbau teilverschattet unter den Modulen. Eine Reihe von Nutzpflanzen zeigen kaum Ertragseinbußen bei reduzierter Einstrahlung, einige profitieren sogar. [...]. Auf 13 % der landwirtschaftlichen Fläche werden Energiepflanzen angebaut, insbesondere für die Herstellung von Biogas, Biodiesel, Pflanzenöl und Bioethanol [...]. Die Flächeneffizienz liegt deutlich unter dem, was mit Agri-PV-Anlagen möglich wäre [...]. Der Braunkohletagebau hat in Deutschland eine Fläche von 1773 km² [...] zerstört, mehr als die dreifache Fläche des Bodensees. Teile dieser Abbaufäche wurden bereits oder werden noch geflutet, hinzu kommen viele weitere künstliche Seen. In Summe eröffnet sich ein technisches Potenzial von 45 GWP für Schwimmende PV (FPV, von „Floating PV“, [...]. Weltweit sind bereits schwimmende PV-Anlagen im GW-Maßstab installiert.“⁴⁸

Siehe auch:

Schindele, Stephan (2021), Nachhaltige Landnutzung mit Agri-Photovoltaik: Photovoltaikausbau im Einklang mit der Lebensmittelproduktion: Szenarioanalyse zur Inanspruchnahme landwirtschaftlicher Nutzflächen durch Photovoltaik in Deutschland bis 2050, In: Gaia : ecological perspectives for science and society: ökologische Perspektiven für Wissenschaft und Gesellschaft. - 30 (2021), 2, Seite 96-105, <https://www.ingentaconnect.com/content/oe-kom/gaia/2021/00000030/00000002/art00008;jsessionid=2nsl7vetnp14.x-ic-live-03>.

Sponagel, Christian et al. (2022), Ökonomische und agronomische Auswirkungen von Agri-Photovoltaik auf die landwirtschaftliche Ackernutzung am Beispiel der Region Stuttgart, German Association of Agricultural Economists (GEWISOLA), <https://ideas.repec.org/p/ags/gewi22/329600.html>, dann Download starten.

Chatzipanagi, A. et. al. (2023), Overview of the potential and challenges for agri-photovoltaics in the European Union, Publications Office of the European Union, 2023, <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/77fc10d0-de63-11ed-a05c-01aa75ed71a1/language-en>, dann Download starten.

Trommsdorff, Max et al. (2024), Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende, Ein Leitfaden für Deutschland, Hrsg. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Stand Februar 2024, <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf>.

Hauger, Salome et al. (2024), AgriChance. Agri-PV als Chance für Landwirtschaft und Energiewende in Hamburg - Entscheidungshilfedorhaben zur Darlegung des Potenzials, der ökonomischen Betrachtung und energetischen Integration, Abschlussbericht, <https://publica.fraunhofer.de/entities/publication/4688506e-bfa5-467b-9c1e-919e92c87f74>, dann Download starten.

48 Fraunhofer ISE (2025), Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland, S. 31f, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>.

7.2. Moor-Photovoltaik

Ein aktuelles Thema: „Wie Solarstrom Wiedervernässung von Mooren attraktiver machen könnte“, 17.03.2025, <https://www.uni-greifswald.de/universitaet/information/aktuelles/detail/n/agri-pv-in-mooren-wie-solarstrom-wiedervernaessung-attraktiver-machen-koennte-234967/>.

„Moor-Photovoltaik (Moor-PV) bezeichnet die gleichzeitige Nutzung wiedervernässter Moorböden für Klimaschutz und PV-Stromerzeugung. Die Stromerzeugung bietet Landwirtschaftsbetrieben eine zusätzliche Einnahmequelle und kann damit Anreiz zu mehr Wiedervernässung in Deutschland sein.“⁴⁹

„Kann Photovoltaik auf wiedervernässten Moorböden die Flächennutzungskonkurrenz in Deutschland reduzieren und die Wiedervernässung für Landwirtschaftsbetriebe attraktiver machen? Diesen Fragen wollen Forschende der Universitäten Greifswald und Hohenheim zusammen mit dem Johann Heinrich von Thünen-Institut und dem Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE beantworten. Im Projekt „MoorPower“ soll die generelle Machbarkeit von Photovoltaikanlagen auf Moorböden bei gleichzeitiger Wiedervernässung untersucht werden.“⁵⁰

Das Interesse an Moor-PV ist aktuell bei Landwirten sehr hoch.⁵¹

7.3. Schwimmende PV (Floating-PV)

Schwimmende Photovoltaikanlagen sind auf Schwimmkörpern in stehenden Gewässern oder auf dem Meer installierte PV-Kraftwerke. Sie „können in gefluteten Tagebauflächen, Kiesgruben und Stauseen zum Einsatz kommen.“⁵²

Benjamins, Stevens et al. (2024), Potential environmental impacts of floating solar photovoltaic systems, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124001862>.

„In dieser Studie werden die verschiedenen potenziellen Umweltauswirkungen der Einführung von schwimmenden Photovoltaikanlagen in aquatische Ökosysteme (Süßwasser und Meer) auf der Grundlage des aktuellen Stands der schwimmenden Photovoltaiktechnologie und der bekannten Auswirkungen ähnlicher Branchen überprüft und bewertet. Die Umweltauswirkungen von schwimmenden Photovoltaikanlagen lassen sich in mehrere Kategorien einteilen, darunter Verschattung, Auswirkungen auf die Hydrodynamik und den Wasser-Atmosphären-Austausch,

49 <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2025/mit-photovoltaik-mehr-moore-wiedervernaessen.html>.

50 <https://www.uni-greifswald.de/universitaet/information/aktuelles/detail/n/agri-pv-in-mooren-wie-solarstrom-wiedervernaessung-attraktiver-machen-koennte-234967/>.

51 <https://moorwissen.de/moorpower.html>.

52 Fraunhofer ISE (2025), Mehrwert für die Energiewende, Infomaterialien & Flyer zum Thema Integrierte Photovoltaik, Schwimmende Solarkraftwerke, <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/solkraftwerke-und-integrierte-photovoltaik/integrierte-photovoltaik.html>, dann Download starten.

Energieemissionen, Auswirkungen auf benthische Lebensgemeinschaften^[53] und Auswirkungen auf mobile Arten. Auch die gesellschaftliche Akzeptanz von schwimmenden Photovoltaikanlagen und die Fähigkeit zur langfristigen Koexistenz mit anderen Aktivitäten und Interessen werden thematisiert. Schwimmende Photovoltaikanlagen spielen eine wichtige Rolle bei der globalen Dekarbonisierung, aber es ist eine enge Zusammenarbeit zwischen den Interessengruppen erforderlich, um die potenziellen ökologischen und sozialen Auswirkungen dieser neuen Technologie besser zu verstehen. Die Entwicklung und Validierung geeigneter Überwachungsmethoden in großem Maßstab und die Berücksichtigung langfristiger, gerechter Lösungen für die identifizierten Auswirkungen sind wichtig, um eine nachhaltige Expansion dieser Branche zu ermöglichen.“⁵⁴

* * *

-
- 53 IfAÖ - Institut für Angewandte Ökosystemforschung GmbH (2021), Benthische Organismen und Habitate, <https://www.ifaoe.de/leistung/monitoring/benthos>. „Benthos“ sind Gemeinschaften von Organismen, die im oder am Boden von Süßwasser- oder Meeresgewässern leben.
- 54 Übersetzt mit KI-Unterstützung, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364032124001862>.