

Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen, Update 2023



Tobias Kelm, Daniel Stauch

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

29.07.2024

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

Zuletzt wurden für den Anlagenbestand Ende 2022 Daten zur Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) vorgelegt [2]. Mit dem Marktstammdatenregister liegt eine Datenbasis vor, die grundsätzlich eine konsistente und belastbare Neuermittlung der Flächeninanspruchnahme ermöglicht. Die Daten sind jedoch weiterhin in Teilen lückenhaft (bspw. ist keine Flächenkategorie und/oder Hektarangabe enthalten, oder die Flächenangabe ist unplausibel hoch oder niedrig). Deshalb ist zunächst eine Plausibilisierung und Korrektur fehlerhafter Angaben bzw. eine Hochrechnung für Datensätze ohne Flächenangabe erforderlich.

Die Grundlage für die Hochrechnung bildet das Marktstammdatenregister (Datenstand: 19.04.2024). Anhand der aus den Marktstammdatenregisterdaten ermittelten Verteilung der pro Jahr neu installierten Leistung nach Flächenkategorien wurde die Zubauleistung pro Jahr und Flächenkategorien ermittelt. Diese wiederum wurde mit jahres- und flächenkategorienscharfen Werten der spezifischen Flächeninanspruchnahme pro Bundesland verrechnet, um die gesamte Flächeninanspruchnahme zu ermitteln. Die jahres- und flächenkategorienscharfe spezifische Flächeninanspruchnahme von Neuanlagen (in Hektar pro MW) wurden zunächst plausibilisiert. Dazu wurden Werte früherer Auswertungen genutzt. Als unplausibel eingestuft wurden Datensätze mit weniger als der Hälfte des Mittelwerts oder mehr als dem doppelten (starre Anlagen) bzw. dreifachen (nachgeführte Anlagen) des Mittelwerts.

Die im Marktstammdatenregister enthaltenen Flächenkategorien bilden die EEG-Historie der Flächenkategorien nicht im Einzelnen ab, sondern sind eher generisch angelegt. So wird beispielsweise nicht nach Ackerflächen allgemein und Ackerflächen in benachteiligten Gebieten unterschieden. Darüber hinaus besteht im Einzelfall die Möglichkeit, dass für den Anlagenbetreiber, der die Registrierung der Anlage im MaStR vorzunehmen hat, die Zuordnung nicht eindeutig möglich ist. So besteht beispielsweise bei einer Anlage auf einem Seitenrandstreifen entlang von Autobahnen oder Schienenwegen die Möglichkeit, dass der Betreiber diese als Anlage auf Ackerland registriert, da dies der ursprünglichen Nutzung der Fläche entspricht. Dies dürfte die Begründung dafür sein, dass z. B. in den Jahren 2011 und 2012 neu in Betrieb genommene Anlagen auf Ackerland registriert wurden, obwohl in diesen Jahren keine Vergütungsfähigkeit für Neuanlagen auf Ackerland gegeben war und zum damaligen Zeitpunkt noch nicht von einer Realisierung als PPA-Anlage außerhalb der finanziellen EEG-Förderung auszugehen war.

Einen Sonderfall stellen die so genannten Anlagen auf sonstigen baulichen Anlagen dar. In der EEG-Terminologie werden damit bauliche Anlagen, die keine Gebäude sind, bezeichnet. Darunter fallen z.B. ehemalige Kiesgruben oder Tagebauten, Lärmschutzwälle etc. Für diesen Anlagentyp erfolgt im Marktstammdatenregister keine Erfassung der Flächeninanspruchnahme. Dieser Anlagentyp ist im

technischen Sinn den Freiflächenanlagen gleichzusetzen. Jedoch ist im Marktstammdatenregister die Zuordnung zu den sonstigen baulichen Anlagen offenbar in vielen Fällen unzutreffend, weil aus der jeweiligen Anlagenbezeichnung oftmals hervorgeht, dass es sich um Gebäudeanlagen handele. Um eine bessere Zuordnung zu erhalten und eindeutige Freiflächenanlagen zu identifizieren, wurden die Daten für sonstige bauliche Anlagen über drei Zuordnungsschritte bereinigt: Anhand der Vergütungskategorien der aktuellen EEG-Bewegungsdaten (1), nach Suchmustern in der jeweiligen Anlagenbezeichnung (2) und der Setzung einer Anlagengröße (3) konnten zahlreiche Freiflächenanlagen (oder Dachanlagen) eindeutig zugeordnet werden. Diese Freiflächenanlagen auf sonstigen baulichen Anlagen werden fortan als eigene Flächenkategorie geführt. Unter Verwendung der spezifischen Flächeninanspruchnahme für Anlagen auf Konversionsflächen wurde die Flächeninanspruchnahme der Anlagen auf sonstigen baulichen Anlagen hochgerechnet.

Der Zubau von PV-Freiflächenanlagen war in den Jahren bis 2012 auf stark gestiegen und erreichte ein vorläufiges Maximum von rund 3 GW Neustallationen im Jahr 2012 (Abbildung 1). Bis 2010 erfolgte der Zubau zu großen Teilen auf Ackerland, ab 2011 verlagerte sich der Zubau auf Konversionsflächen, da Neuanlagen auf Ackerland im EEG nicht mehr förderfähig waren (vgl. dazu die obigen Ausführungen: eine Zuordnung im MaStR zu „Ackerland“ ist möglich bei gleichzeitig anderer EEG-Flächenkategorie). Im Jahr 2013 ist der Zubau zunächst stark eingebrochen, weil mit dem EEG eine Größenbegrenzung auf 10 MW pro Anlage eingeführt wurde. In den jüngst vergangenen Jahren ist der Zubau von Freiflächenanlagen wieder deutlich gestiegen. Nach etwas mehr als 2 GW im Jahr 2021 wurden 2022 rund 3,0 GW installiert. Im Jahr 2023 war mit über 4,3 GW der bisher höchste Jahreszubau von PV-FFA zu verzeichnen. Zum Jahresende 2023 waren damit insgesamt 24,8 GW PV-FFA installiert. Das Marktwachstum der letzten Jahre ist im Wesentlichen zwei Faktoren zuzurechnen: den erhöhten Ausschreibungsvolumina im EEG einerseits und der weiteren Preissenkung von Neuanlagen¹ und damit einem wachsenden Markt außerhalb der EEG-Förderung andererseits.

Leistung in MW nach Inbetriebnahmejahren und Flächenkategorien (hochgerechnet)

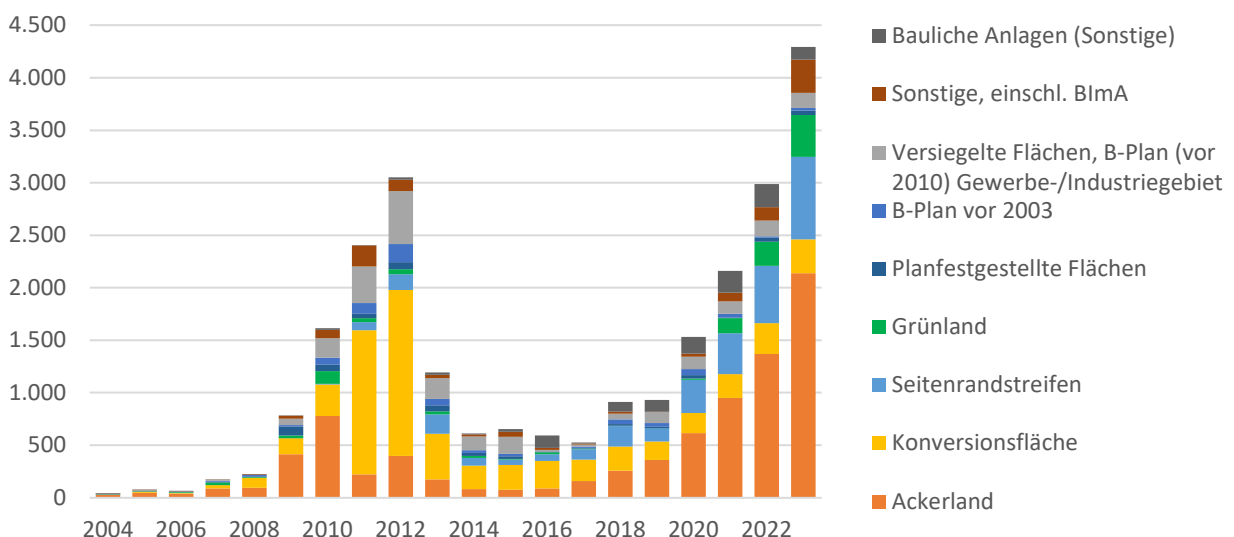


Abbildung 1: Zubau von PV-Freiflächenanlagen nach Flächenkategorien und Inbetriebnahmejahr. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2022 und des Marktstammdatenregisters.

¹ Abgesehen von vorübergehenden Preissteigerungen im Jahr 2022.

Die Flächeninanspruchnahme der neu installierten Anlagen war im Zuge des bis 2012 steigenden Zubaus auf bis zu 6.000 Hektar pro Jahr gestiegen und lag in den Jahren 2014 bis 2019 in der Größenordnung von 800 bis 1.200 Hektar pro Jahr. In den Folgejahren ist die Flächeninanspruchnahme für Neuanlagen stetig gewachsen und erreichte 2023 rund 3.800 Hektar (Abbildung 2). Der im Zeitverlauf gesunkene spezifische Flächenbedarf je Leistungseinheit führt trotz des starken Anstiegs der installierten Leistung (s. unten, Abbildung 4) zu einem verhältnismäßig deutlich geringeren Ansteigen der Flächeninanspruchnahme von Neuanlagen. Anlagen, die bis Ende 2012 installiert wurden, stehen für 34 % der insgesamt installierten Freiflächenleistung, aber für 52 % der insgesamt durch Freiflächenanlagen belegten Fläche.

Flächeninanspruchnahme in Hektar nach IBN-Jahren und Flächenkategorien (hochgerechnet)

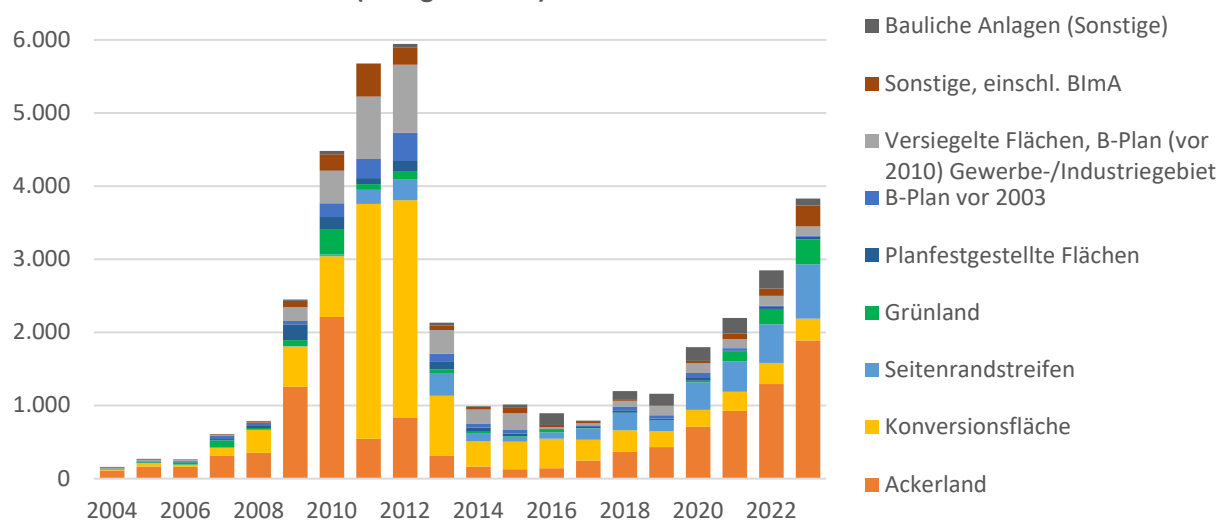


Abbildung 2: Flächeninanspruchnahme neu installierter Freiflächenanlagen nach Flächenkategorien und Inbetriebnahmejahr (IBN-Jahr). Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2022 und des Marktstammdatenregisters.

Insgesamt beträgt die Flächeninanspruchnahme aller bis Ende 2023 installierten PV-Freiflächenanlagen in Deutschland rund 39.580 Hektar. Mit 12.570 Hektar (32 %) entfällt der größte Teil mittlerweile auf Ackerflächen, die damit die Konversionsflächen mit 11.920 Hektar ablösen (Abbildung 3). Unterstellt man, dass Anlagen im Randstreifen von Verkehrswegen und solche auf Grünland tatsächlich überwiegend landwirtschaftlich genutzt wurden, entfallen derzeit rund 18.000 Hektar bzw. 45 % auf Flächen der Landwirtschaft. In Relation zur gesamten Fläche des Bundesgebiets stehen PV-Freiflächenanlagen für einen Anteil von 0,1 %. Bezogen auf die gesamte landwirtschaftlich genutzte Fläche (LF) in Deutschland von 16,6 Mio. Hektar [3] würde der Bestand theoretisch einen Anteil von 0,2 % einnehmen. Viele Anlagen stehen jedoch nicht auf landwirtschaftlichen Flächen, beispielsweise Anlagen auf Konversionsflächen oder in Gewerbegebieten. Werden die Anlagen auf Ackerland, Grünland und Seitenrandstreifen ins Verhältnis zur landwirtschaftlich genutzten Flächen (LF) gesetzt, ergibt sich derzeit ein Anteil von 0,1 %. Im Hinblick auf Ackerland zeigt sich, dass PV-Freiflächenanlagen auf ehemaligen Ackerflächen rund 0,1 % der bundesweiten Ackerfläche von rund 11,7 Mio. Hektar [4] belegen.

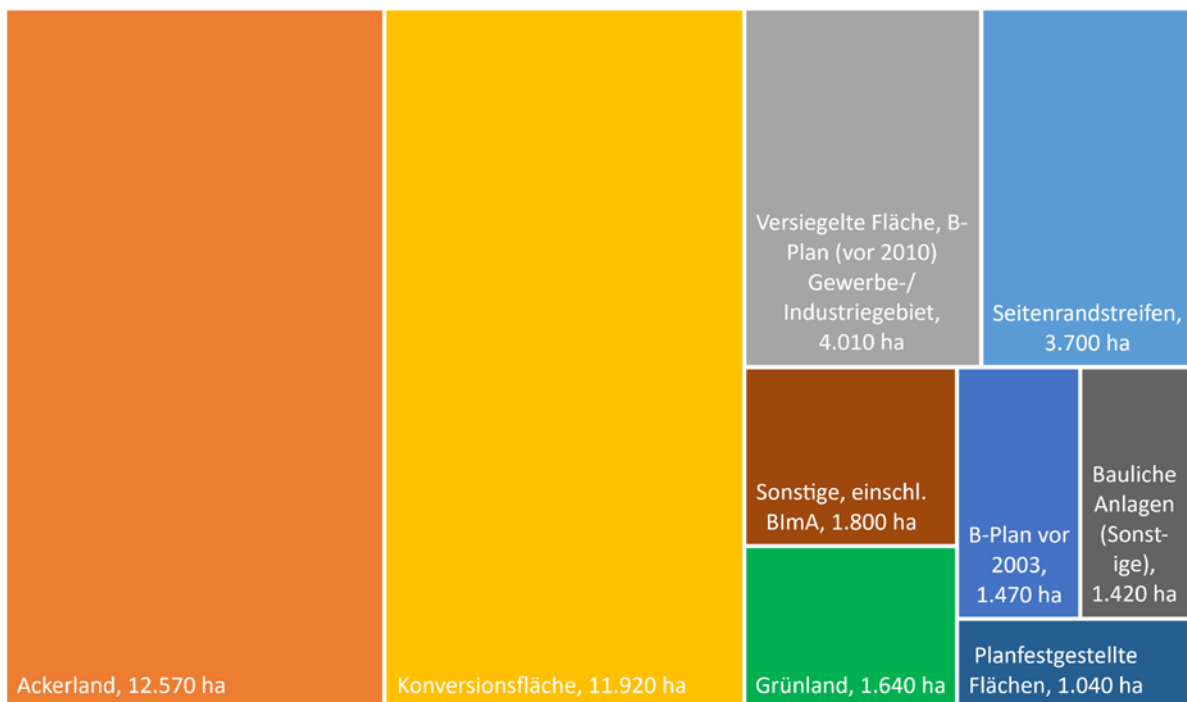


Abbildung 3: Verteilung der Flächeninanspruchnahme des Freiflächenbestands Ende 2023 (gerundet auf 10 ha). Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis der EEG-Daten 2022 und des Marktstammdatenregisters.

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 (Abbildung 4). Diese Entwicklung ist den im Zeitverlauf gestiegenen Modulwirkungsgraden, geringeren Modulreihenabständen und dem Einfluss größerer Anlagen zuzurechnen. In Zukunft wird zu beobachten sein, ob die beschriebene Effizienzsteigerung durch Entwicklungen im Bereich der Anlagen mit Mehrfachnutzungen (z.B. der Agri-PV) gebremst werden wird.

Spezifische Flächeninanspruchnahme in Hektar pro MW

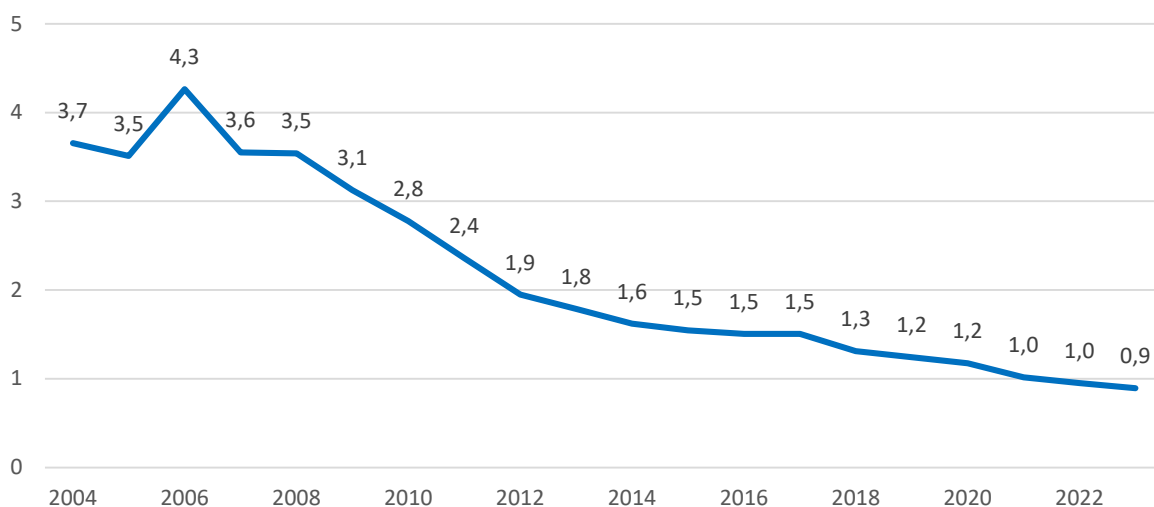


Abbildung 4: Spezifische Flächeninanspruchnahme von PV-Freiflächenanlagen nach Inbetriebnahmejahr. Eigene Auswertungen und Hochrechnungen auf Basis des Marktstammdatenregisters

Die Flächeninanspruchnahme von PV-FFA ist ungleich über die Bundesländer verteilt, wie Tabelle 1 zeigt. So befinden sich Anlagen vor allem in flächengroßen Bundesländern wie Bayern, Brandenburg oder Sachsen-Anhalt, während auf den Gebieten der Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg mangels verfügbarer Flächen kaum die Möglichkeit gegeben ist, um PV-Freiflächenanlagen zu realisieren.

Tabelle 1: Leistung sowie Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen nach Bundesländern Ende 2023. Eigene Berechnungen auf Basis der EEG-Daten 2022 und des Marktstammdatenregisters.

Bundesland	Leistung [MW]	Fläche [Hektar]	Anteil an der Landesfläche [%]
Baden-Württemberg	1.032	1.601	0,04
Bayern	7.811	11.890	0,17
Berlin	2	4	0,00
Brandenburg	4.487	7.548	0,25
Bremen	1	1	0,00
Hamburg	1	1	0,00
Hessen	588	979	0,05
Mecklenburg-Vorpommern	2.358	3.476	0,15
Niedersachsen	857	1.506	0,03
Nordrhein-Westfalen	526	806	0,02
Rheinland-Pfalz	1.154	1.808	0,09
Saarland	317	468	0,18
Sachsen	1.476	2.425	0,13
Sachsen-Anhalt	2.118	3.654	0,18
Schleswig-Holstein	1.179	1.776	0,11
Thüringen	932	1.624	0,10
Deutschland	24.838	39.566	0,11

Bestehende Unterschiede zwischen den Bundesländern lassen sich jedoch auch auf andere Gründe zurückführen. Der Zubau von Freiflächenanlagen kann Flächenkonkurrenzen verstärken. Um Abhilfe bei verfügbaren Flächen für PV-Anlagen zu schaffen, hat der Gesetzgeber bereits im EEG 2017 in § 37c eine Länderöffnungsklausel² eingeführt. Nach dieser Klausel ist es den Bundesländern überlassen, in Form einer Rechtsverordnung die Bebauung von Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen in benachteiligten Gebieten freizugeben, ggf. auch qualifiziert zu steuern. Dies ist dahingehend relevant, da Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen ansonsten nicht nach dem EEG förderfähig sind. Die Bundesländer Berlin, Brandenburg, Bremen, Hamburg, Mecklenburg-Vorpommern und Schleswig-Holstein haben bisher noch nicht von ihrer Gesetzgebungskompetenz Gebrauch gemacht. Auch enthalten die einzelnen Rechtsverordnungen maßgebliche Unterschiede. Nahezu alle Bundesländer mit einer Verordnung begrenzen den Ausbau der Freiflächenanlagen auf Acker- und Grünflächen über ein maximales Ausschreibungsvolumen, das je nach Bundesland zwischen 35 und 500 MW pro Kalenderjahr variiert. Lediglich in Bayern erfolgt die Begrenzung über eine maximale Anzahl von 200 bezuschlagten Geboten pro Kalenderjahr. Daneben geben manche Bundesländer generelle Ausschlussflächen wie Natura-2000-Gebiete, geschützte Biotope oder Biosphärenreservate etc. für die

² Im Rahmen der bisherigen Regelung obliegt es den Ländern, Flächen in benachteiligten Gebieten für PV-Freiflächenanlagen freizugeben („Opt-In“). Mit der Einführung des Solarpaket I sind Flächen in benachteiligten Gebieten grundsätzlich vollumfänglich zugelassen, solange die Länder entsprechende Flächen nicht aktiv ausschließen („Opt-Out“). Diese Option besteht jedoch nur, wenn bereits ein bestimmter Anteil landwirtschaftlich genutzter Flächen durch PV-Anlagen überschritten wird.

Errichtung von Freiflächenanlagen an. Auch eine Befristung der Rechtsverordnungen ist teilweise gegeben. Die Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen in den jeweiligen Bundesländern ist also u.a. davon abhängig, ob und wann die Bundesländer Gebrauch von ihrer Länderöffnungsklausel gemacht haben und wie stark limitierend die einzelnen Rechtsverordnungen ausgestaltet sind.

Die Freiflächenanlagen, die in den Bundesländern installiert sind, verteilen sich relativ ungleich auf die verschiedenen Flächenkategorien (Tabelle 2). PV-FFA auf Ackerflächen werden traditionell sehr intensiv in Bayern errichtet, zuletzt auch deshalb, weil Bayern als eines der ersten Bundesländer und gleichzeitig in hohem Umfang seine benachteiligten Gebiete für PV-Anlagen im Rahmen der Länderöffnungsklausel freigegeben hat. In der Folge liegt in Bayern der Anteil von Ackerfläche an der dort insgesamt genutzten Fläche für PV-FFA bei 60 % und ist damit mit Abstand am höchsten. Die umfangreichste Flächeninanspruchnahme von Konversionsflächen für PV-FFA zeigt sich in Brandenburg, wo rund die Hälfte der Fläche, die dort für PV-FFA genutzt wird, dieser Kategorie zuzuordnen ist. Generell dominieren in den ostdeutschen Bundesländern PV-Anlagen auf Konversionsflächen: Von den insgesamt genutzten 11.900 Hektar Konversionsflächen entfallen rund 8.300 Hektar bzw. 70 % auf die fünf ostdeutschen Bundesländer. Dort befinden sich auch vermehrt Anlagen auf sonstigen baulichen Anlagen, allen voran in Sachsen.

Unter „Sonstige“ werden alle Anlagen auf den restlichen Flächenkategorien subsummiert (vgl. die Erläuterung unter Tabelle 2). Diese weiteren Flächenkategorien werden in den Flächenländern anteilmäßig vor allem in Nordrhein-Westfalen, Niedersachsen und Thüringen für die Errichtung von PV-FFA genutzt. Innerhalb der Flächenkategorie „Sonstige“ dominieren in den genannten Bundesländern Flächen in Gewerbe- und Industriegebieten (NI: 57 %, NW: 42 %, TH: 64 %).

Tabelle 2: Flächeninanspruchnahme von Freiflächenanlagen nach Bundesländern und Flächenkategorien in Hektar Ende 2023. Eigene Berechnungen auf Basis der EEG-Daten 2022 und des Marktstammdatenregisters.

	Ackerfläche	Konversionsfläche	Seitenrandstreifen	Grünland	Sonstige baul. Anlagen	Sonstige*	Summe
BB	1.668	3.805	410	161	319	1.185	7.548
BE	0	0	0	0	0	4	4
BW	683	419	94	93	68	244	1.601
BY	7.238	1.332	1.522	556	91	1.151	11.890
HB	0	0	0	0	0	1	1
HE	242	219	87	48	36	347	979
HH	0	0	0	0	0	1	1
MV	473	1.235	604	89	317	758	3.476
NI	257	542	58	36	16	597	1.506
NW	68	250	41	31	79	337	806
RP	631	275	110	255	30	507	1.808
SH	387	406	498	128	5	352	1.776
SL	205	156	25	50	3	29	468
SN	237	906	98	52	944	188	2.425
ST	280	1.789	130	70	146	1.239	3.654
TH	204	589	21	68	119	623	1.624
DE	12.572	11.923	3.699	1.639	1.418	8.316	39.566

* Versiegelte Flächen, BImA-Flächen, alter B-Plan (vor 2003), altes Gewerbegebiet, planfestgestellte Flächen, besondere Solaranlagen (Ackerfläche, Dauerkulturen und Grünland) und Sonstige.

Literaturverzeichnis

- [1] ZSW und Bosch & Partner, „Wissenschaftlicher Zwischenbericht zum EEG-Erfahrungsbericht 2020-2023. Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz - Teilvorhaben solare Strahlungsenergie.“ Juni 2023. Verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/P-R/pv-zwischenbericht-230630.pdf?__blob=publicationFile&v=2
- [2] Statistisches Bundesamt, „Betriebsgrößenstruktur landwirtschaftlicher Betriebe nach Bundesländern“. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Landwirtschaftliche-Betriebe/Tabellen/betriebsgroessenstruktur-landwirtschaftliche-betriebe.html>
- [3] Statistisches Bundesamt, „Ackerland nach Hauptfruchtgruppen und Fruchtarten“. Verfügbar unter: <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabellen/ackerland-hauptnutzungsarten-kulturarten.html>