

Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten

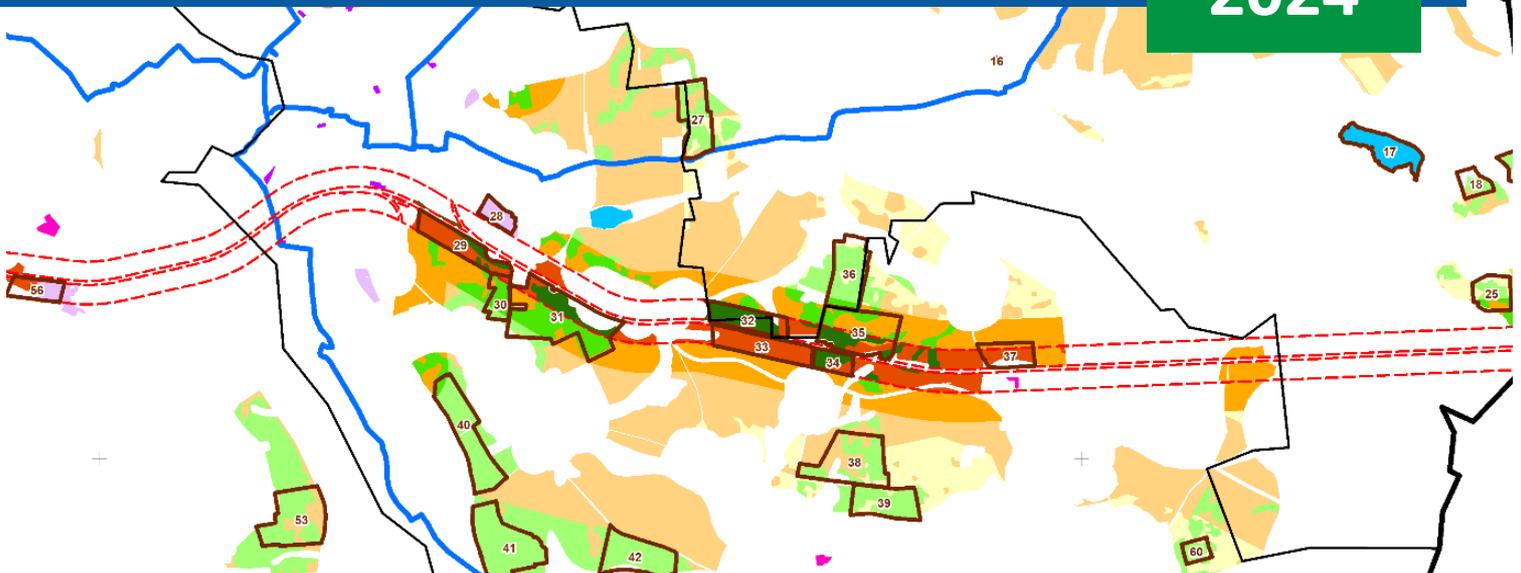
Endbericht

Dieter Günnewig, Esther Johannwerner, Thomas
Wachter, Benjamin Bleyhl, Tobias Kelm, Laura
Liebhart, Marcel Klingler, Nils Wegner, Jonas Otto
und Daniela Fietze

BfN-Schriften

712

2024





Zukünftige Solar-Anlagen: Technologien, Auswirkungen, räumliche Steuerungsmöglichkeiten

Endbericht

Dieter Günnewig
Esther Johannwerner
Thomas Wachter
Benjamin Bleyhl
Tobias Kelm
Laura Liebhart
Marcel Klingler
Nils Wegner
Jonas Otto
Daniela Fietze

Impressum

Titelbild: oben: Ergebnis einer Potenzialstudie (Bosch & Partner GmbH)
unten links: Bau einer schwimmenden PV-Anlage (© Paul-Langrock.de, BayWa r.e.)
unten rechts: Agri-PV über Beerenobst (Bosch & Partner GmbH)

Adressen der Autorinnen und Autoren:

Dr. Dieter Günnewig	Bosch & Partner GmbH
Esther Johannwerner	Lortzingstraße 1, 30177 Hannover
Dr. Thomas Wachter	
Dr. Benjamin Bleyhl	Bosch & Partner GmbH, Kantstraße 63a, 10627 Berlin
Tobias Kelm	Zentrum für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-
Marcel Klingler	Württemberg
Laura Liebhart	Meitnerstraße 1, 70563 Stuttgart
Dr. Nils Wegner	Stiftung Umweltenergierecht
Jonas Otto	Friedrich-Ebert-Ring 9, 97072 Würzburg
Dr. Daniela Fietze	

Unter Mitwirkung von Karl-Heinz Remmers (Solarpraxis Engineering GmbH)

Fachbetreuung im BfN:

Friedhelm Igel Fachgebiet II 4.3 „Naturschutz und erneuerbare Energien“

Förderhinweis:

Gefördert durch das Bundesamt für Naturschutz (BfN) mit Mitteln des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) (FKZ: 3521860200).

Diese Veröffentlichung wird aufgenommen in die Literaturdatenbank „DNL-online“ (www.dnl-online.de).

BfN-Schriften sind nicht im Buchhandel erhältlich. Eine pdf-Version dieser Ausgabe kann unter www.bfn.de/publikationen heruntergeladen werden.

Institutioneller Herausgeber: Bundesamt für Naturschutz
Konstantinstr. 110
53179 Bonn
URL: www.bfn.de

Der institutionelle Herausgeber übernimmt keine Gewähr für die Richtigkeit, die Genauigkeit und Vollständigkeit der Angaben sowie für die Beachtung privater Rechte Dritter. Die in den Beiträgen geäußerten Ansichten und Meinungen müssen nicht mit denen des institutionellen Herausgebers übereinstimmen.



Diese Schriftenreihe wird unter den Bedingungen der Creative Commons Lizenz Namensnennung – keine Bearbeitung 4.0 International (CC BY - ND 4.0) zur Verfügung gestellt (creativecommons.org/licenses).

ISBN 978-3-89624-474-1

DOI 10.19217/skr712

Bonn 2024

Inhaltsverzeichnis

Zusammenfassung	7
Abstract	11
1 Einführung	15
2 Ausbauziele und Flächenbedarf für Photovoltaik-Freiflächenanlagen	18
2.1 Ausbauziele des EEG und Vergleich von Ausbauszenarien	18
2.2 Abschätzung des erforderlichen Flächenbedarfs für PV-FFA bis 2040	20
3 Umweltauswirkungen von terrestrischen Solar-Freiflächenanlagen	23
3.1 Bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkungen	24
3.2 Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung	28
3.3 Zwischenergebnis	38
4 Bedeutung des Grünlandes in Deutschland	40
4.1 Definition und Übersicht	40
4.2 Grünlandgefährdung.....	42
4.3 Grünlandschutz	44
4.3.1 Bundesnaturschutzgesetz.....	44
4.3.2 Natura 2000 und FFH-Lebensraumtypen.....	46
4.3.3 Besonderer Artenschutz	47
4.3.4 Wasserhaushaltsgesetz.....	48
4.3.5 Agrarpolitik.....	48
4.4 Landwirtschaft und Grünland.....	53
4.4.1 Weiden	54
4.4.2 Wiesen	54
4.4.3 Nutzungsintensität	56
4.5 Biodiversität / Biologische Vielfalt	57
4.6 Wertigkeit von Grünlandbiotopen.....	59
4.6.1 Biotopwert am Beispiel der Bundeskompensationsverordnung.....	59
4.6.2 HNV-Farmland.....	62
4.6.3 Kriterium Artenreichtum	63
4.7 Landwirtschaftsgeprägtes Offenland und Avifauna.....	66
4.8 Zwischenergebnis	69
5 Erstellung einer Bewertungsmatrix anhand des ökologischen Flächenpotenzials von PV-Freiflächenanlagen	71
5.1 Anlagenkonzepte von Freiflächenanlagen	75
5.1.1 Ost-West-Anlagen	75
5.1.2 Süd bis Süd-West ausgerichtete Freiflächenanlagen	75
5.1.2.1 Eng gestellte Modulreihen	76
5.1.2.2 Weit gestellte Modulreihen.....	76
5.1.3 Freiflächenanlagen mit besonderen Biotopfunktionen.....	76
5.1.4 Agri-PV-Anlagen	77
5.1.4.1 Hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen gem. DIN-SPEC 91434 Kategorie I	78

5.1.4.2	Bodennahe Agri-PV-Anlagen (vertikal) gemäß DIN-SPEC 91434 Kategorie II	79
5.1.4.3	Extensive Agri-PV-Anlagen	79
5.2	Standorte für Solar-Freiflächenanlagen	80
5.2.1	Konversionsflächen.....	80
5.2.2	Deponien und Halden	81
5.2.3	Bergbaufolgelandschaften.....	81
5.2.4	Landwirtschaftsflächen.....	82
5.2.4.1	Acker.....	83
5.2.4.2	Dauergrünland	83
5.2.4.3	Seitenrandflächen von Verkehrswegen (Autobahnen und Schienenweg)	84
5.2.4.4	Nitrat- und phosphatbelastete Gebiete („Rote Gebiete“)	85
5.2.4.5	Moorböden.....	85
5.2.4.6	Benachteiligte Gebiete	86
5.2.5	Schutzgebiete	87
5.3	Anforderungen an den natur- und umweltverträglichen Ausbau.....	89
6	Floating PV-Anlagen.....	96
6.1	Marktübersicht Floating PV-Anlagen – bundesweit, europaweit, global	96
6.2	Umweltauswirkungen.....	101
6.2.1	Technische Beschreibung	101
6.2.2	Spezifische Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere Gewässer ...	102
6.3	Flächenpotenziale von Floating PV-Anlagen auf Seen in Deutschland	108
6.3.1	Rahmenbedingungen zur Ableitung der Flächenpotenziale.....	108
6.3.2	Ableitung der Flächenpotenziale für Floating PV-Anlagen auf Seen.....	109
6.4	Steuerungsmöglichkeiten von Floating PV-Anlagen auf Seen im Sinne des Naturschutz- und Gewässerschutzes.....	124
6.4.1	Rechtlicher Rahmen und Instrumente	124
6.4.2	Kriterien zur Prüfung der Auswirkungen von FPV-Anlagen auf Oberflächengewässer	134
6.5	Abschließende Handlungsempfehlungen.....	138
7	Rechtsrahmen für eine naturverträgliche räumliche Steuerung von PV- Freiflächenanlagen	148
7.1	Status Quo des gegenwärtigen Rechtsrahmens	148
7.1.1	Förderrechtliche Steuerung	149
7.1.1.1	Förderfähige Flächen nach dem EEG 2023	149
7.1.1.2	(Abnehmende) Steuerungsleistung des EEG im Sinne eines naturverträglichen Ausbaus.....	153
7.1.1.3	Zudem: Strukturelle Herausforderungen einer räumlichen Steuerung über das Förderrecht.....	154
7.1.2	Planungsrecht.....	155
7.1.2.1	Planerische Steuerung.....	156
7.1.2.2	Gesetzgeberische planerisetzende Regelungen	162
7.1.2.3	Zusammenspiel der Ebenen des Planungsrechts	165
7.1.2.4	Zusammenspiel mit förderrechtlicher Steuerung	167
7.1.3	Ordnungsrecht	170

7.1.3.1	Raumwirksame ordnungsrechtliche Vorgaben	170
7.1.3.2	Zusammenspiel mit planungs- und förderrechtlicher Steuerung.....	181
7.1.4	Vorlage eines „Gestaltungskonzepts“ durch den Betreiber nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023.....	184
7.1.4.1	Naturschutzverträgliche Anlagengestaltung als Bedingung für die finanzielle Beteiligung der Gemeinde.....	184
7.1.4.2	Zusammenspiel mit ordnungs-, planungs- und förderrechtlicher Steuerung	185
7.2	Bewertung der theoretischen Steuerungswirkungen des Rechtsrahmens und Schlussfolgerungen	187
7.3	Betrachtung von Optionen für eine Weiterentwicklung des Rechtsrahmens	191
7.3.1	Die Naturverträglichkeit des Ausbaus der Freiflächenphotovoltaik im Ausgleich mit anderweitigen Zielsetzungen	191
7.3.2	Neujustierung förderrechtlicher Steuerung.....	192
7.3.3	Weiterentwicklung der Privilegierung von PV-FFA für einen naturverträglichen Ausbau	194
7.3.3.1	Steuerung des Ausbaus auf bestimmte Flächentypen	195
7.3.3.2	Naturschutzfachliche Anforderungen für die Anlagengestaltung	197
7.3.3.3	Beachtung weiterer Wirkungen von Privilegierungsregelungen.....	197
7.3.4	Rolle und Anwendungsbereich der Raumordnung definieren.....	198
7.3.5	Überführung von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 zu Konzepten der naturverträglichen Gestaltung von Freiflächenanlagen	199
8	Betriebsoptionen für PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade.....	202
8.1	Einführung	202
8.2	Quantifizierung der aus dem EEG fallenden PV-FFA	203
8.3	Optionen zum Weiterbetrieb	204
8.3.1	Weiterbetrieb ausgeförderter Bestandsanlagen	204
8.3.2	Aktives Repowering	205
8.4	Recyclingwirtschaft: Regeln für “Second Life” und “Recycling”	206
8.5	Befragung der Anlagenbetreibenden	206
9	Photovoltaik und Wasserstoff	215
9.1	Heutige und zukünftige Bedeutung von grünem Wasserstoff.....	215
9.2	Rechtliche Rahmenbedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff...	216
9.3	Wirtschaftlichkeit der Wasserstofferzeugung	218
9.4	Nutzung von PV-Strom zur Wasserstofferzeugung.....	221
9.5	Ergebnisse	223
10	Kurzanalyse zu den besonderen Solaranlagen in den Innovationsausschreibungen und im EEG 2023	225
10.1	Anforderungen an „besondere Solaranlagen“ für Innovationsausschreibungen	225
10.1.1	Besondere Solaranlagen auf Gewässern.....	226
10.1.2	Besondere Solaranlagen auf landwirtschaftlichen Flächen	226
10.1.3	Besondere Anlagen auf Parkplätzen.....	227
10.2	Fortentwicklung der besonderen Solaranlagen im EEG 2023.....	227

10.3	Ergebnisse der Innovationsausschreibungen.....	228
10.4	Bewertung der Ergebnisse der Ausschreibungen für besondere Solaranlagen..	229
11	Anforderungen für Solar-Dachflächen und Gründächer.....	230
	Literatur- und Quellenverzeichnis	232
	Abbildungsverzeichnis	257
	Tabellenverzeichnis	259
	Abkürzungsverzeichnis	262
A	Anhang zu Abschnitt 7 „Rechtsrahmen für eine naturverträgliche räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen.....	265
A.1	Flächen für „nicht-besondere“ PV-Freiflächenanlagen in der Ausschreibung im Sinne des EEG 2023.....	265
A.2	Förderfähige Flächen für „besondere“ PV-Freiflächenanlagen in der Ausschreibung im Sinne des EEG 2023	269
A.3	Förderfähige Flächen für Anlagen außerhalb der Ausschreibungen	270
B	Anhang zu Abschnitt 8 „Betriebsoptionen für PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade“	273
B.1	Repowering-Rechenbeispiele (K.-H. Remmers)	273
B.2	Betreiberumfrage	274

Zusammenfassung

Die Nutzung erneuerbarer Energien und insbesondere der Solarenergie in Form von Strom und Wärme ist ein zentraler Baustein der Klimaschutzpolitik. Mit dem EEG 2023 wurde ein Ausbau der Photovoltaik (PV) auf 215 GW bis zum Jahr 2030 und 400 GW bis 2040 festgelegt. Die Hälfte des Neuanlagenzubaues soll dabei in Form von PV-Freiflächenanlagen realisiert werden. Sollte der mit dem EEG 2023 gelegte Ausbaupfad eingehalten werden, dürfte sich der Anlagenbestand von PV-Freiflächenanlagen, der Ende 2022 bei rund 20 GW lag, bis 2030 fast verfünffachen und bis 2040 nahezu verzehnfachen. Die damit einhergehende Flächeninanspruchnahme könnte 2030 bei rund 97.000 bis 110.000 Hektar liegen, im Jahr 2040 würden dann rund 148.000 bis 195.000 Hektar mit Solarparks bebaut sein. Die jeweiligen oberen Bandbreiten entsprechen dabei rd. 0,3 Prozent bzw. 0,55 Prozent der Gesamtfläche Deutschlands. In Relation zur landwirtschaftlich genutzten Fläche wären es anteilig 0,7 bzw. 1,2 Prozent.

Solarfreiflächenanlagen sind technische Bauwerke, die Fläche in Anspruch nehmen und einen Eingriff darstellen, ohne aber die belegte Fläche nennenswert zu versiegeln. Je nach Art und Dichte der Modulreihen werden ca. 40 bis über 80 Prozent der Fläche überbaut. Das Maß der Überbauung und die dadurch veränderten Standortfaktoren bestimmen den Grad der Veränderung der Ausgangsfläche. Dabei können bei optimierter Planung sowohl die Bauflächen als auch die unbebauten, für landschaftspflegerische Maßnahmen vorgesehenen Frei- und Abstandsräume in ihrer Gesamtheit betrachtet zu einer erfolgreichen Kompensation der Eingriffsfolgen, ggf. sogar zur Aufwertung der vorgefundenen Biotopsituation führen. Im Einzelfall können zusätzliche Kompensationsmaßnahmen erforderlich sein, um aufgrund der Betroffenheit eines größeren Zusammenhangs, z. B. in einem Schutzgebietskontext oder zur Verbesserung der ökologischen Durchlässigkeit im Hinblick auf den örtlichen Biotopverbund, die räumlich-funktionale Integration der Anlage zu verbessern. Hierzu würden auch Maßnahmen gehören, die zur Vermeidung eines artenschutzrechtlichen Verbotes als vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) ggf. extern vorgesehen werden müssen. Bei Anlagen, die als Biodiversitäts-PV-Anlage definiert werden, sollten die Anstrengungen zur ökologischen Aufwertung des Standortes deutlich über das mit der Eingriffsregelung geforderte Maß hinausgehen. Die für die Anwendung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung relevanten Sachverhalte und Zusammenhänge werden in dieser Studie aufgezeigt.

Es erfolgt eine Auseinandersetzung mit den als Standort zunehmend betroffenen landwirtschaftlichen Nutzungstypen Acker und Grünland, auch bezogen auf ihre jeweilige Bewirtschaftungsintensität. Eine Anlage auf einem durchschnittlich bewirtschafteten Ackerstandort mit geringem Biotopwert kann durch geeignete Maßnahmen im Bereich des jeweiligen Plangebietes weitgehend kompensiert werden, häufig allein schon durch das Etablieren eines dauerhaften und zumindest partiell artenreichen Grünlandbestandes. Im Einzelfall können jedoch zusätzlich Artenschutzbelange zu berücksichtigen sein. Eine deutliche Verbesserung erfordert dagegen weitergehende Biotopentwicklungsmaßnahmen im Sinne eines standortspezifisch festgelegten Ziel- und Maßnahmenkonzepts, das auch ein Pflegemanagement und ein Monitoring zur Nachweisführung umfasst.

Angesichts einer Vielzahl geeigneter und weit weniger naturschutzrelevanter Standortalternativen sollten bestehende und insbesondere artenreiche Grünlandbiotope nicht als Standorte für Solarfreiflächenanlagen genutzt werden. Hochwertiges Grünland wäre einheitlich geschützt, wenn sowohl die Förderung der Freiflächen-PV im EEG als auch raumplanerische Standortkonzepte darauf ausgerichtet werden, dass keine Flächen für PV auf Grünlandflächen gefördert bzw. ermittelt werden, die

- als Biotope mit besonderer Bedeutung gemäß § 30 BNatSchG geschützt sind oder
- als Lebensraumtypen des Anhang I der FFH-Richtlinie im Sinne des § 19 BNatSchG und des Umweltschadengesetzes besonders zu berücksichtigen sind oder
- mindestens einen hohen Biotopwert im Sinn des § 5 Absatz 2 Nummer 4 der Bundeskompensationsverordnung bzw. der jeweils entsprechenden Landesvorschriften aufweisen.

Diese naturschutzfachliche Zielvorgabe steht aber nicht den Erkenntnissen entgegen, dass gezielt auf eine hohe Biotopqualität mit ausgeprägter Biodiversität hin entwickelte Solarparks ihrerseits eine hohe Bedeutung als Lebensraum für einen Großteil der Fauna der Agrarlandschaften innerhalb einer intensiv genutzten Agrarlandschaft haben können.

Zentrales Arbeitsergebnis aus naturschutzfachlicher Sicht ist die Erstellung einer ausführlich erläuterten **Bewertungsmatrix**, die typisierte Anlagenkonzepte auf der einen Seite mit verschiedenen definierten Ausgangssituationen bzw. Nutzungssituationen auf der anderen Seite in ein Verhältnis bringt und die Verknüpfungen jeweils danach beurteilt, ob und ggf. unter welchen qualifizierenden Bedingungen eine naturschutzfachliche Aufwertung des Standortes im Sinne einer Biodiversitätsverbesserung realistisch erscheint. Die standardisiert beschriebenen Anlagentypen reichen von energieertragsoptimierten eng bebauten Ost-West-Anlagen mit einer Grundflächenzahl von 0,8 über diverse Anlagentypen mit unterschiedlicher Bebauungsdichte bis zu Anlagentypen, die Mehrfachnutzungen ermöglichen, z. B. niedrig und hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen und solche mit dem Ziel, die Biodiversität zu befördern. Die Nutzungstypen umfassen insbesondere Acker und Grünland in unterschiedlicher Bewirtschaftungsintensität und werden auch unterschieden nach Standorten mit hohen Nitrateinträgen in das Grundwasser und nach solchen auf entwässerten Moorböden. Daneben werden aber auch Konversionsflächentypen verschiedener Ausprägung sowie Sonderflächen wie sonstige bauliche Anlagen betrachtet.

Die Aufwertungsoptionen werden danach unterschieden, ob schon allein die Nutzungsänderung zur Aufwertung führen kann, oder ob gestuft zusätzliche Maßnahmen bis hin zum gezielten Maßnahmenmanagement erforderlich und auch erfolgversprechend sein werden. Zur jeweiligen Fallkonstellation werden Hinweise zu einer möglichen zukünftigen Nutzung, einer Umwandlung oder Anpassung der Nutzungsintensität gegeben. Ist die Ausgangssituation bereits hochwertig, kann durch Maßnahmen bestenfalls ausnahmsweise auf Teilen der Fläche der Status quo erhalten oder ein gleichwertiger anderer Biotoptyp geschaffen werden, aber eine ökologische Verbesserung und der Erhalt bestimmter Biotoptypen erscheinen schwierig. Angesichts der Vielfalt der tatsächlich vor Ort vorzufindenden individuellen Anlagen- und Standortkonstellation haben die Ergebnisse vor allem orientierenden Charakter.

Ein Teil des Berichts befasst sich mit **schwimmenden bzw. Floating PV-Anlagen**. Dabei handelt es sich um einen neuartigen Anlagentyp, der sich in den letzten Jahren auch in Deutschland beginnt zu etablieren. Mit Stand Mitte 2023 wurden in Deutschland bisher zehn eher kleinere Floating PV-Anlagen auf Seen in Betrieb genommen. Gleichwohl gelten beschränkende rechtliche Rahmenbedingungen im Wasserhaushaltsgesetz, die die Nutzung ausschließlich auf künstlichen oder erheblich veränderten Gewässern ermöglichen sowie eine maximale Gewässerbedeckung von 15 Prozent und einen Uferabstand von mindestens 40 Metern bestimmen.

Die naturschutzfachlichen Auswirkungen von großflächigen Floating PV-Anlagen lassen sich aufgrund der unzureichenden Studienlage derzeit kaum abschätzen. Beispiele für potenzielle Auswirkungen könnten die Folgen für Wasservögel sein, wenn deren Habitate von Anlagen

bedeckt werden, oder die Störung des Schichtungsverhalten eines Sees im Jahresverlauf. Für belastbare Aussagen sind weitere empirische Studien und Untersuchungen erforderlich.

Nach einer Darstellung vorliegender Potenzialuntersuchungen zu Floating PV-Anlagen enthält der Bericht GIS-gestützte Berechnungen zu den Potenzialen der Seen in Deutschland. Dabei wird angenommen, dass natürliche Seen, Schutzgebiete und Überschwemmungsgebiete nicht zur Verfügung stehen und dass ein Hektar Seeoberfläche eine installierbare Leistung von 1,4 MW ermöglicht. Unter den gegebenen rechtlichen Rahmenbedingungen wird ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial von 8,9 GW ermittelt. Eine Erweiterung der anteiligen Bedeckung der Seen von 15 auf 25 Prozent ergäbe ein Floating PV-Potential von rechnerisch 14,8 GW.

Ausgehend von der bauplanungsrechtlichen Umweltprüfung über die naturschutzrechtlichen Instrumente, die Schutzgebietsprüfungen bis hin zum Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie werden die für die Beurteilung der Umweltauswirkungen von Floating PV zur Verfügung stehenden Instrumente in Bezug auf die Vermeidung und Kompensation analysiert. Auf dieser Grundlage werden Empfehlungen gegeben, um eine gewässer- und naturschutzverträgliche Genehmigung der Anlagen zu gewährleisten.

Zur Erhöhung des nutzbaren Potenzials der Seen werden verschiedene Möglichkeiten in die Diskussion eingeführt, u. a. die Verringerung des zulässigen Abstands der Floating PV-Anlage zum Ufer, eine Bedeckung von mehr als 15 Prozent der Wasseroberfläche für Baggerseen, die Berücksichtigung des ökologischen Zustandes bzw. des Potenzials eines Gewässers ergänzend zu den Merkmalen „künstlich“ und „erheblich verändert“ sowie die Berücksichtigung des Verbesserungsgebots der Wasserrahmenrichtlinie bei der Standortfindung.

Die im Vorhaben entwickelten Optionen für eine Weiterentwicklung des **Rechtsrahmens für eine naturverträgliche Steuerung** von PV-Freiflächenanlagen basieren auf einer eingehenden Analyse und Bewertung des rechtlichen Status Quo. Der gegenwärtige Rechtsrahmen ist dabei von einer Fragmentierung gekennzeichnet, in der sich verschiedene Entwicklungen widerspiegeln. Im Förderrecht kann einerseits eine zunehmende Ausweitung der Förderkulisse bei immer höherem Detailgrad der Regelungen und andererseits ein zunehmender Steuerungsverlust beobachtet werden. Dieser Verlust an Steuerung geht darauf zurück, dass in zunehmendem Maße Anlagen förderfrei realisiert und betrieben werden und damit für die Steuerungsimpulse des Förderrechts nicht empfänglich sind. Nicht nur dieser partielle Ausfall des in der Vergangenheit bestimmenden Steuerungsinstruments, sondern auch die Größenentwicklung bei Freiflächenanlagen rückt die raumordnerische Steuerung in den Fokus, bei der zwar eine Zunahme an Steuerungsaktivitäten, zugleich aber eine hohe Heterogenität beobachtet werden kann. Zugleich wurde die ehemals sehr starke Stellung der Gemeinden durch die neu eingeführten punktuellen Privilegierungen von Freiflächenanlagen im planerischen Außenbereich entlang bestimmter Infrastrukturen bzw. als hofnahe Agri-PV-Anlagen ein Stück weit relativiert und die Flächenbereitstellung auf gesetzlicher Grundlage, das heißt auch ohne vorangehende Bebauungsplanung, gestärkt.

Ein allgemeingültiges Fazit zu den Steuerungswirkungen des gegenwärtigen Rechtsrahmens lässt sich angesichts der zahlreichen Fallgruppen, die jeweils einem unterschiedlichen Zusammenspiel förder-, planungs- und ordnungsrechtlicher Steuerung unterworfen sind, jedoch kaum ziehen. Insgesamt steht die naturverträgliche Standortsteuerung je nach Konstellation – förderbedürftige oder förderfreie Anlagen einerseits, raumplanerisch oder mithilfe planerischer Regelungen gesteuerte Anlagen andererseits – unter unterschiedlichen Vorbehalten. Sie ist je nachdem von unterschiedlichen Akteuren abhängig, die zudem über unterschiedlich wirksame Instrumente verfügen. Die Naturverträglichkeit der Steuerung ist damit regelmäßig nicht (allein) von der Bedeutung der jeweiligen Anlage für Naturhaushalt und Landschaftsbild abhängig, sondern von naturschutzfremden Parametern, wie unter anderem

der Wirtschaftlichkeit der Anlagen, lokalen Interessen oder gesetzgeberischen Entscheidungen zur Stärkung landwirtschaftlicher Interessen mittels planungsrechtlicher Privilegierungsregelungen.

Vor diesem Hintergrund werden Optionen zur Weiterentwicklung des Rechtsrahmens entwickelt, die darauf abzielen den möglichst naturverträglichen Ausbau eines möglichst großen Anteils des geplanten Zubaus zu befördern. Eine Neujustierung des Förderrechts wird hierfür erwogen, wobei dieses insbesondere auf solche Anlagenkonzepte ausgerichtet werden sollte, deren Realisierung auch unter Naturschutz Gesichtspunkten positiv zu bewerten ist, etwa weil damit eine ökologische Aufwertung des jeweiligen Standorts einhergeht. Unter dieser Zielsetzung sind derzeit bereits Typen wie die extensive Agri-PV und die Biodiversitäts-PV als eigener Fördertatbestand in der politischen und fachlichen Diskussion. Beide Typen, vor allem solche auf vormals intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen, scheinen in Abhängigkeit von ihrer konkreten Ausgestaltung grundsätzlich dafür geeignet, jedenfalls regelmäßig zu einer ökologischen Aufwertung von Standorten beizutragen. Da es sich bei der förderrechtlichen Steuerung aber allein um eine Anreizsteuerung handelt, ist darauf zu achten, dass die Umsetzung solcher unter Naturschutz Gesichtspunkten förderwürdiger Anlagenkonzepte auch für **Flächeneigentümer** und **Projektierer** gerade auch im Vergleich mit förderfreien Konzepten attraktiv sein muss. Ansonsten drohen solche Konzepte nicht oder nur in kleinem Maßstab umgesetzt zu werden und der Zubau durch anderweitige, weniger naturverträgliche Konzepte getragen zu werden.

Naturverträgliche Anlagenkonzepte können zudem auch auf andere Weise gesetzgeberisch bevorzugt und damit gefördert werden. Skizziert wird die Weiterentwicklung einer Außenbereichsprivilegierung in diesem Sinne. Hier können Mindestkriterien für die Naturverträglichkeit von PV-Freiflächenanlagen festgeschrieben werden. Dabei soll es nicht um die undifferenzierte Einführung einer allgemeinen Außenbereichsprivilegierung gehen, was Nachteile hinsichtlich der Einbeziehung der Kommunen, der Akzeptanz vor Ort und auch der naturverträglichen Standortsteuerung mit sich bringen würde. Ein weiterentwickelter Privilegierungstatbestand könnte aber dazu dienen, den Ausbau der Freiflächenphotovoltaik insgesamt stärker auf naturschutzfachlich vorzugswürdige Flächen zu steuern, oder aber in der Umkehrung bestimmte besonders schützenswerte Flächen von der Privilegierung auszunehmen. Aus Naturschutzsicht werden insofern vor allem Ausnahmen für Flächen mit einer hohen Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz diskutiert. Im Privilegierungstatbestand können auch bestimmte Anforderungen an die Ausgestaltung der Freiflächenanlagen verankert werden. Diese können sich auf jegliche Typen von Freiflächenanlagen beziehen oder auch einen eigenständigen Anlagentyp der „Biodiversitäts-PV“ oder der „extensiven Agri-PV“ definieren und die Privilegierung insofern auf bestimmte Anlagentypen beschränken. Ebenso wird eine Beschränkung der Anlagengröße oder des Umfangs an privilegierten Vorhaben in einem Plangebiet als Voraussetzung für ihre Privilegierung erwogen

Abstract

The use of renewable energies and especially solar energy in the form of electricity and heat is a central component of climate protection policy. The EEG 2023 set an expansion of photovoltaics (PV) to 215 GW by 2030 and 400 GW by 2040. Half of the new system expansion is to be realized in the form of ground-mounted PV systems. If the expansion path laid out by the EEG 2023 is adhered to, the number of ground-mounted PV systems, which was around 20 GW at the end of 2022, is expected to increase almost fivefold by 2030 and almost tenfold by 2040. The associated land use could be around 97,000 to 110,000 hectares in 2030, and in 2040 around 148,000 to 195,000 hectares would be developed with solar parks. The respective upper ranges correspond to around 0.3 percent and 0.55 percent of the total area of Germany. In relation to the agriculturally used area, it would be 0.7 or 1.2 percent. Ground-mounted solar systems are technical structures that take up space and represent an intervention without significantly sealing the occupied area. Depending on the type and density of the rows of modules, around 40 to over 80 percent of the area will be built over. The extent of the development and the resulting changed location factors determine the degree of change to the initial area. With optimized planning, both the building areas and the undeveloped open spaces and distances intended for landscape conservation measures, viewed as a whole, can lead to successful compensation for the consequences of the intervention, and possibly even to an improvement in the existing biotope situation. In individual cases, additional compensatory measures may be necessary due to the impact of a larger context, e.g. in a protected area context or to improve ecological permeability with regard to the local biotope network, to improve the spatial-functional integration of the system. This would also include measures that may have to be provided externally as advance compensatory measures (CEF measures) in order to avoid a ban under species protection law. For systems that are defined as biodiversity PV systems, the efforts to ecologically improve the location should go well beyond the level required by the intervention regulation. The facts and connections relevant to the application of the nature conservation intervention regulations are shown in this study. There is an examination of the agricultural use types arable and grassland that are increasingly affected as a location, also in relation to their respective management intensity. A plant on an average cultivated arable site with low biotope value can be largely compensated for by suitable measures in the area of the respective planning area, often simply by establishing a permanent and at least partially species-rich grassland stock. In individual cases, however, species protection concerns may also need to be taken into account. A significant improvement, on the other hand, requires further biotope development measures in the sense of a site-specific target and measure concept, which also includes care management and monitoring to provide evidence.

Given the large number of suitable and far less nature conservation-relevant location alternatives, existing and particularly species-rich grassland biotopes should not be used as locations for open-space solar systems. High-quality grassland would be uniformly protected if both the promotion of ground-mounted PV in the EEG and spatial planning location concepts are geared towards ensuring that no areas are promoted or identified for PV on grassland areas

- are protected as biotopes of particular importance in accordance with Paragraph 30 Federal Nature Conservation Act or
- must be given special consideration as habitat types in Annex I of the Habitats Directive within the meaning of Paragraph 19 Federal Nature Conservation Act and the Environmental Damage Act or
- have at least a high biotope value within the meaning of Section 5 Paragraph 2 Number 4 of the Federal Compensation Ordinance or the relevant state regulations.

However, this nature conservation objective does not contradict the findings that solar parks developed specifically for high biotope quality with pronounced biodiversity can in turn be very

important as a habitat for a large part of the fauna of agricultural landscapes within an intensively used agricultural landscape. The central result of the work from a nature conservation perspective is the creation of a detailed evaluation matrix that relates standardized system concepts on the one hand to various defined initial situations or usage situations on the other hand and assesses the connections based on whether and, if necessary, under which ones qualifying conditions, a nature conservation upgrade of the site in the sense of improving biodiversity appears realistic. The system types described in a standardized way range from energy yield-optimized, closely built east-west systems with a floor area of 0.8 to various system types with different building densities to system types that enable multiple uses, e.g. low and high elevated Agri-PV systems (Agrivoltaics) and those with the aim of promoting biodiversity. The types of use include in particular arable land and grassland with different management intensity and are also differentiated between locations with high nitrate inputs into the groundwater and those on drained moorland. In addition, conversion area types of various types as well as special areas and other structures are also considered. The upgrade options are differentiated according to whether the change in use alone can lead to the upgrade, or whether additional measures, including targeted measures management, are necessary and promising. For each case constellation, information is provided on possible future use, conversion or adjustment of the intensity of use. If the initial situation is already of high quality, measures can at best maintain the status quo on parts of the area or create another equivalent biotope type, but ecological improvement and the preservation of certain biotope types appear difficult. In view of the diversity of the individual system and location constellations that can actually be found on site, the results are primarily of an orientating nature.

Part of the report deals with floating PV systems. This is a new type of system that has also begun to establish itself in Germany in recent years. As of mid-2023, ten smaller floating PV systems on lakes have been put into operation in Germany. Nevertheless, restrictive legal framework conditions apply in the Water Resources Act, which only allow use on artificial or significantly modified bodies of water and stipulate a maximum water cover of 15 percent and a distance from the bank of at least 40 meters. The nature conservation impacts of large-scale floating PV systems can currently hardly be estimated due to the insufficient study available. Examples of potential impacts could be the consequences for waterbirds if their habitats are covered by structures, or the disruption of the stratification behavior of a lake over the course of the year. Further empirical studies and investigations are required for reliable statements. After presenting existing potential studies on floating PV systems, the report contains GIS-supported calculations on the potential of lakes in Germany. It is assumed that natural lakes, protected areas and floodplains are not available and that one hectare of lake surface allows an installable capacity of 1.4 MW. Under the given legal framework, an economically usable potential of 8.9 GW has been determined. An expansion of the proportional coverage of the lakes from 15 to 25 percent would result in a floating PV potential of 14.8 GW. Starting from the environmental assessment under building planning law, the instruments under nature conservation law, the protected area assessments and the technical article on the Water Framework Directive, the instruments available for assessing the environmental impacts of floating PV are analyzed with regard to avoidance and compensation. On this basis, recommendations are made to ensure that the facilities are approved in accordance with water and nature conservation requirements. In order to increase the usable potential of the lakes, various options are being introduced into the discussion, including: Reducing the permissible distance of the floating PV system to the bank, covering more than 15 percent of the water surface for quarry lakes, taking into account the ecological condition or potential of a body of water in addition to the characteristics “artificial” and “significant changed” as well as taking into account the improvement requirements of the Water Framework Directive when determining the location.

The options developed in the project for further developing the legal framework for nature-friendly control of ground-mounted PV systems are based on an in-depth analysis and assessment of the legal status quo. The current legal framework is characterized by fragmentation, which reflects various developments. In funding law, on the one hand, an increasing expansion of the funding framework can be observed with ever higher levels of detail in the regulations and, on the other hand, an increasing loss of control. This loss of control is due to the fact that an increasing number of systems are being built and operated without funding and are therefore not receptive to the control impulses of funding law. Not only this partial failure of the control instrument that was decisive in the past, but also the development in the size of open-space systems is bringing spatial planning control into focus, in which an increase in control activities can be observed, but at the same time a high level of heterogeneity can be observed. At the same time, the previously very strong position of the municipalities was put into perspective to some extent by the newly introduced selective privileges of open-space systems in outdoor planning areas along certain infrastructures or as agricultural PV systems close to the farm, and the provision of land on a legal basis, that is, even without previous ones Development planning, strengthened. However, it is difficult to draw a general conclusion about the control effects of the current legal framework in view of the numerous case groups, each of which is subject to a different interplay of funding, planning and regulatory control. Overall, nature-friendly location management is subject to different reservations depending on the constellation – systems requiring or not requiring subsidies on the one hand, systems controlled by spatial planning or with the help of regulations that replace planning on the other. It depends on different actors, who also have different effective instruments. The nature compatibility of the control system is therefore not (alone) dependent on the importance of the respective system for the natural balance and landscape, but on parameters that are not related to nature conservation, such as, among other things, the economic viability of the systems, local interests or legislative decisions to strengthen agricultural interests planning privilege regulations.

Against this background, options for further developing the legal framework are being developed, which aim to promote the expansion of as large a proportion of the planned expansion as possible in a way that is as nature-friendly as possible. A readjustment of the funding law is being considered for this purpose, whereby this should be aimed in particular at those system concepts whose implementation can also be assessed positively from a nature conservation perspective, for example because it would result in an ecological improvement of the respective location. With this objective in mind, types such as extensive agricultural PV and biodiversity PV are currently being discussed in political and professional terms as separate funding areas. Both types, especially those on areas that were previously used intensively for agriculture, seem, depending on their specific design, to be fundamentally suitable for contributing to the ecological upgrading of locations, at least on a regular basis. However, since the control under funding law is purely an incentive control, it must be ensured that the implementation of such system concepts that are worthy of funding from a nature conservation perspective must also be attractive for land owners and project developers, especially in comparison with concepts that do not require funding. Otherwise there is a risk that such concepts will not be implemented or will only be implemented on a small scale and the expansion will be supported by other, less nature-friendly concepts. Nature-friendly system concepts can also be given legislative preference and thus promoted in other ways. The further development of an outdoor area privilege in this sense is outlined. Minimum criteria for the nature compatibility of ground-mounted PV systems can be set here. This should not be about the undifferentiated introduction of a general outdoor area privilege, which would have disadvantages in terms of the involvement of municipalities, local acceptance and also nature-friendly location management. However, a further developed privilege could serve to direct the expansion of open-space photovoltaics overall more towards areas that would be preferred in terms of nature

conservation, or, conversely, to exclude certain areas that are particularly worthy of protection from the privilege. From a nature conservation perspective, exceptions are primarily being discussed for areas that are of great importance for biotope and species protection. Certain requirements for the design of the open space facilities can also be anchored in the privileged status. These can refer to any type of open-space system or define an independent system type of “Biodiversity-PV” or “Extensive Agrivoltaics” and thus limit the privilege to certain system types. A restriction on the size of the system or the scope of privileged projects in a planning area is also considered as a prerequisite for their privileged status.

1 Einführung

Die Leistungsbeschreibung und die Vergabe des Vorhabens erfolgten zur Mitte des Jahres 2021. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) war gerade in der Fassung 2021 durchgestartet, gleichwohl war schon offensichtlich, dass die gerade neu gesetzten Ausbauziele und Maßnahmen zur Erreichung der Klimaziele wohl nicht ausreichen würden. Die zunehmenden Erkenntnisse zur bedrohlichen Entwicklung des Klimawandels und zur fehlenden Wirksamkeit des Bündels von Maßnahmen weltweit, insbesondere aber eine veränderte politische Konstellation auf Bundesebene in Deutschland haben im Handlungsfeld Klimaschutz und Energiewende zwischenzeitlich eine bisher nicht gekannte und anhaltende Dynamik ausgelöst. Im Vorfeld der Bundestagswahl am 26.09.2021 sind von den späteren Koalitionspartnern weitreichende klimaschutzpolitische Absichten mitgeteilt worden, die sich dann im Koalitionsvertrag der „Ampel“ wiederfanden und über das Jahr 2022 hinweg in zahlreichen Gesetzgebungsakten umgesetzt wurden – aber nur zu einem geringeren Teil den Photovoltaik-Ausbau auf der Freifläche betreffen. Erste ambitionierte Zielaussagen für den Ausbau der Photovoltaik gibt das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) mit der „Eröffnungsbilanz Klimaschutz“ im Januar 2022, es folgen das „Eckpunktepapier zum Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen im Einklang mit landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz“ gemeinsam mit dem Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) und dem Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL) vom 10.02.2022 und ein intensives gesetzgeberisches Handeln, das letztendlich in 2 Stufen zum geltenden EEG 2023 führte. In 2023 nun wird der weiter zu beschleunigende Ausbau der Solarenergie bestimmt von den Zielsetzungen der „Photovoltaik-Strategie“ (zunächst Stand März, dann Stand 05.05.2023¹), die gestaffelt in den Solarpaketen 1 und 2 zu weiteren Änderungen des EEG und weiterer Gesetze und Verordnungen führen werden. In diesem Kontext hatte im Oktober 2022 auch das Bundesamt für Naturschutz mit dem „Eckpunktepapier für einen naturverträglichen Ausbau der Solarenergie“ seine Empfehlungen veröffentlicht. Inzwischen liegt der Gesetzentwurf der Bundesregierung für das Solarpaket 1 vor.² Seine Verabschiedung durch den Gesetzgeber steht bei Abschluss des vorliegenden Endberichts noch aus.

Angeschoben wurden in der Verantwortlichkeit des Bundesbauministeriums gleichermaßen Aktivitäten zur Vereinfachung und Beschleunigung der für die Solarfreiflächenanlagen relevanten Planungs- und Zulassungsverfahren. Mit den nun gemäß § 35 Abs. 1 Nr. 8b und 9 Baugesetzbuch (BauGB) im Außenbereich privilegierten Freiflächenanlagen bis 200 Meter Entfernung entlang von bestimmten wichtigen Verkehrswegen³ sowie den künftig ebenfalls entsprechend privilegierten hofnahen Agri-Photovoltaik-Anlagen bis 2,5 Hektar Flächengröße sind bereits Freiflächenanlagen bestimmten Typs aus der ehemals nahezu allgemeingültigen Pflicht zur Durchführung von Bauleitplanverfahren entlassen worden. Eine weitere Fortentwicklung des planungsrechtlichen Rechtsrahmens steht noch im Jahr 2023 zu erwarten, u. a. in Verbindung mit der nationalen Umsetzung der europarechtlichen Vorgaben zum Ausbau der erneuerbaren Energien (Renewable Energy Directive III (RED III)). Neben den,

¹ <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.html>

² Gesetzentwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung.

³ Hierzu unten unter 7.1.2.2 sowie bei Otto/Wegner, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergie recht Nr. 56 vom 16.02.2023.

für den kurzfristigen Zubau konzipierten, planeretzenden Privilegierungsregelungen im Baugesetzbuch hat der Gesetzgeber im Zuge der Reform des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes durch das „Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor“⁴ auch den förderrechtlichen Rahmen für Freiflächenanlagen stark überarbeitet. Neben der deutlichen Anhebung der Ausbauziele im Einklang mit den Klimaschutzziele hat der Gesetzgeber die Ausschreibungssystematik für verschiedene besondere Anlagentypen verändert.⁵ Angesichts der Wirtschaftlichkeit gerade eher klassischer Anlagenkonzepte auch ohne Förderung über das EEG verliert dieses einst bestimmende Instrument zur Organisation des Markthochlaufs einerseits und der räumlichen Steuerung solcher Anlagen über die Flächenkulisse des Förderrechts andererseits allerdings zunehmend seine Steuerungskraft. Der zunehmende Ausbau außerhalb der Förderung nach dem EEG verlangt deshalb nach anderen Steuerungsinstrumenten, vornehmlich solcher planungs- und ggf. ordnungsrechtlicher Natur.

Größere Bedeutung wird allerdings § 2 EEG 2023 zur besonderen Bedeutung der erneuerbaren Energien beigemessen, der bereits in das EEG 2021 integriert worden war und nun im EEG 2023 mit dessen Inkrafttreten zum 01.01.2023 fort gilt. Danach sind Errichtung und Betrieb von Erneuerbare-Energien-Anlagen allgemein und PV-Freiflächenanlagen im Speziellen im überragenden öffentlichen Interesse und dienen der öffentlichen Sicherheit. Die Regelung verleiht Freiflächenanlagen in Abwägungsentscheidungen ein besonderes Gewicht und erhöht damit ihre Durchsetzungskraft auch gegenüber den Belangen des Naturschutzes und der Landschaftspflege.

In dieselbe Richtung geht auch Artikel (Art.) 3 der sogenannten Notfall-Verordnung (Notfall-VO) (VO (EU) Nr. 2022/2577), der dem Ausbau von Erneuerbaren-Energien-Anlagen allein im Hinblick auf bestimmte Vorschriften des europäischen Umweltrechts – und insoweit weniger weitgehend als § 2 EEG 2023 (KNE 2023: 5f) – eine besondere Durchsetzungsfähigkeit verleiht. Inwieweit die Notfall-VO, die seit 1. Januar 2023 befristet für 18 Monate in Kraft ist, darüber hinaus weitergehende Bedeutung für Freiflächenanlagen erlangt, bleibt noch abzuwarten. Vorschriften betreffend die Beschleunigung von Zulassungsverfahren sind in erster Linie auf die Windenergie gemünzt (Art. 5) oder auf Photovoltaik-Dachanlagen (PV-Dachanlagen) und Anlagen auf sonstigen bestehenden oder künstlichen Strukturen beschränkt (Art. 4). Artikel 6 Notfall-VO könnte theoretisch für PV-Freiflächenanlagen anwendbar erklärt werden. Da die Regelung an bestehenden Gebietsausweisungen anknüpft, die in Deutschland für Photovoltaik-Freiflächenanlagen (PV-Freiflächenanlagen) nur ausnahmsweise vorhanden sind und auf Rechtsfolgenseite mit dem Verzicht auf eine Umweltverträglichkeitsprüfung und einer artenschutzrechtlichen Prüfung eher Aspekte erfasst, die für den Freiflächenausbau bislang nicht zentral waren, wäre ein Nutzen, hier aber ohnehin fraglich. Seine Umsetzung im nationalen Recht in § 6 Windenergieflächenbedarfsgesetz beschränkt den Anwendungsbereich der Regelung dann auch auf Windenergievorhaben. Bereits heute wird zudem die Umsetzung der noch formal zu beschließenden, novellierten Erneuerbare-Energien-Richtlinie ihre Schatten voraus. Mit Blick auf die hier angekündigten sogenannten „EE-Beschleunigungsgebiete“ (Erneuerbare-Energien-Beschleunigungsgebiete) wird sich auch für PV-Freiflächenanlagen noch einmal die Frage stellen, inwieweit die Umsetzung der Richtlinie ins nationale Recht Auswirkungen auf die planerische Steuerung von Freiflächenanlagen und ihre naturverträgliche Steuerung haben wird.

⁴ BGBl. I Nr. 28 vom 28. Juli 2022, S. 1237 ff.

⁵ Hierzu unten unter 7.1.1.

Das Forschungsteam hat sich währenddessen bemüht, bezogen auf die ursprünglich vereinbarten Forschungsinhalte Kurs zu halten und mit vorliegendem Bericht die für den Naturschutz relevanten Sachverhalte im Zusammenhang mit den erkennbaren Teilaspekten des Ausbaus der Freiflächenphotovoltaik aufzuarbeiten und ggf. auch zu bewerten. Dennoch stand die Arbeit unter dem Eindruck sich fortwährend ändernder politischer Absichtserklärungen und Überlegungen, so dass auch die berührten naturschutzfachlichen Inhalte nicht vollständig sein konnten in Bezug auf die gestellten Aufgaben und Überlegungen, und zudem auch immer wieder neu überprüft und ggf. auch angepasst werden mussten.

2 Ausbauziele und Flächenbedarf für Photovoltaik-Freiflächenanlagen

2.1 Ausbauziele des EEG und Vergleich von Ausbauszenarien

Mit dem EEG 2023 sind die Ambitionen in Bezug auf die Ausbauziele für die Erneuerbaren Energien deutlich gestiegen. Das Ziel des novellierten EEG ist laut § 1 „insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes die Transformation zu einer nachhaltigen und treibhausgasneutralen Stromversorgung, die vollständig auf erneuerbaren Energien beruht.“ Dafür soll bis 2030 der Anteil des aus erneuerbaren Energien erzeugten Stroms am Bruttostromverbrauch auf mindestens 80 Prozent gesteigert werden. Der Ausbaupfad bei den Solaranlagen (segmentübergreifend) wird wie folgt beschrieben (§ 4 Nr. 3):

- 88 Gigawatt im Jahr 2024,
- 128 Gigawatt im Jahr 2026,
- 172 Gigawatt im Jahr 2028,
- 215 Gigawatt im Jahr 2030,
- 309 Gigawatt im Jahr 2035 und
- 400 Gigawatt im Jahr 2040

Dabei wird von einem in etwa gleichmäßigen Zubau von Dach- und Gebäudeanlagen einerseits und Freiflächenanlagen andererseits ausgegangen. Dementsprechend werden die Ausschreibungsvolumina hälftig auf Dach- und Freiflächen verteilt. Der angestrebte Ausbaupfad erfordert eine deutliche Beschleunigung des jährlichen Ausbaus. Angestrebt wird eine Steigerung der jährlichen Ausbauraten auf 22 Gigawatt (BMWK 2022).

Die bisher höchsten Zubauzahlen im Segment der Freiflächenanlagen lagen in den Jahren 2011 und 2012 bei 2,3 bzw. 2,9 Gigawatt und werden erst wieder 2022 nach ersten Zahlen mit 2,8 Gigawatt erreicht. Allerdings wurden dafür seinerzeit, und das ist für die Einschätzung der Dauer von administrativen Verfahren eher der aussagekräftige Maßstab, aufgrund der relativ geringeren Flächeneffizienz pro Leistungseinheit in etwa doppelt so viel Anlagenfläche benötigt. In wenigen Jahren muss hier ein Verfahrensstandard entwickelt werden, der gleichermaßen fachlich qualifiziert, rechtssicher und auch bürgerseitig akzeptiert werden kann.

Bei einer angenommenen hälftigen Aufteilung von Dachanlagen- und Freiflächen-Photovoltaik sind bis zum Jahr 2030 über den Zeitraum 2023 bis 2030 gemittelt für Dachanlagen- und Freiflächen-Photovoltaik jeweils Zubauraten von über 9 Gigawatt pro Jahr zu realisieren (ausgehend von Ende 2022 mit einem Jahresendbestand von rund 66 Gigawatt). Angesichts der bisher erreichten jährlichen Zubauraten ist die Steigerung als sehr ambitioniert einzustufen. Betrachtet man die Energieszenarien der letzten Jahre das Verhältnis von Dachanlagen zu Freiflächenanlagen in den Energieszenarien der letzten Jahre geht die Mehrheit der Szenarien ebenfalls von einer hälftigen bzw. annähernd hälftigen Aufteilung auf. Lediglich die Studie der Acatech „Szenarien für ein klimaneutrales Deutschland“ weicht hier deutlich ab und setzt zu 75 Prozent auf Dachanlagen. Einige Szenarien liefern zum Verhältnis der Anlagentypen jedoch weder quantitative noch qualitative Angaben, weshalb eine generelle szenarienübergreifende Aussage nicht möglich ist (s. Tab. 1).

Szenarienübergreifend sind sowohl für die Erreichung des Zwischenziels 2030, als auch für das Erreichen der Klimaneutralität in 2045 eine erhebliche Steigerung der Ausbauraten erforderlich. In den aktualisierten BMWK-Langfristszenarien erhöht sich die Ausbaugeschwin-

digkeit aufgrund der ambitionierten Ausbauziele durch das EEG 2023 noch weiter. Die Bandbreite für den ausgewiesenen PV-Bestand im Jahr 2030 reicht von ca. 130 Gigawatt (Projektionsbericht ausgenommen) bis hin zu über 200 Gigawatt. Die jährlichen Bruttozubauraten liegen davon abgeleitet je nach Szenario zwischen 5 Gigawatt pro Jahr bis hin zu 20 Gigawatt pro Jahr (in den aktuellsten Szenarien). An dieser Stelle ist anzumerken, dass ein Großteil der Szenarien vor der Anpassung der Klimaziele gerechnet wurde und der ausgewiesene PV-Pfad für den Ausbau daher zum Teil auch deutlich unter dem von der Bundesregierung angestrebten Ziel von 215 Gigawatt bis zum Jahr 2030 liegen. Lediglich die aktuellen Langfristszenarien kommen dem bundesweit ausgewiesenen Ziel einer Zubaurate von bis zu 22 Gigawatt pro Jahr sehr nahe. Dies liegt daran, dass die zweite Schleife der Langfristszenarien nach der Anpassung der Klimaziele gerechnet wurde, und der Ausbaupfad der Bundesregierung hier als feste Größe gesetzt wurde. Nach ersten Auswertungen liegt die installierte Leistung von Photovoltaik zum Jahresende 2022 bei etwa 66 Gigawatt, und es wurde ein Leistungszubau von 7,3 Gigawatt in 2022 erreicht. Damit konnte annähernd das Zubauniveau der PV-Boomjahre erreicht werden, genauso wie das angestrebte Zubauziel aus dem EEG 2023 (BMWK 2023a). Die notwendigen Zubauraten für die kommenden Jahre bis 2045 sind nichtsdestotrotz als sehr ambitioniert einzuordnen.

Tab. 1: Vergleich des Photovoltaikausbaus in aktuellen Szenarien

Studie	PV-Bestand 2030 [GW]	PV-Bestand 2045	Ø jährlicher Bruttozubau [GW/a] 2023 bis 2030 ¹⁾	Verhältnis Dach:Freifläche
Acatech (02/2023)	154	302	11*	75:25
Langfristszenarien T45 (11/2022) 2)	215	415 - 430	~ 19*	---
ISE (11/2021) 3)	202	430	~ 17*	70:30
Ariadne (10/2021) 4)	185	400 - 550	~ 15*	60:40
Dena (10/2021)	131	259	~ 8*	47:53
BDI (10/2021)	140	230	~ 9*	40:60
Projektionsbericht (10/2021)	100	122 (2040)	~ 4*	---
Agora (06/2021)	150	385	11*	--
Langfristszenarien TN (05/2021) 5)	102 - 106	155 - 289	5*	---
UBA (2021b)	150	---	11*	50:50
BEE (04/2021)	205	---	~ 17*	---

* Eigene Berechnung anhand des Ausbauziels 2030

¹⁾ Ausgehend vom Jahresende 2022 mit einer installierten Leistung von rund 66 GW

²⁾ Szenarien nach Anpassung der Klimaziele

³⁾ Szenario „Referenz“

⁴⁾ Szenarien „Fokus PV“ und „Kombination“

⁵⁾ Szenarien vor Anpassung der Klimaziele

Je nach Technologieschwerpunkt der Szenarien gestaltet sich der Ausbau der erneuerbaren Energien von 2030 bis 2045 ebenfalls sehr differenziert. Die sehr großen Bandbreiten der Szenarien bis 2030 zeichnen sich auch im weiteren Verlauf bis 2045 ab. Die Szenarien gehen dabei zum Teil von einer notwendigen installierten Leistung von weit über den angestrebten

400 Gigawatt im Jahr 2045 aus (Ariadne: Szenarioschwerpunkt „Kombination“). Den geringsten Ausbau weist die BDI-Studie „Klimapfade 2.0“ mit einer installierten Leistung von 230 Gigawatt (und damit 170 Gigawatt weniger als politisch angestrebt) auf. Eine Auswahl der jeweils angenommenen installierten PV-Leistung für die Szenarien mit entsprechenden Eckwerten der betrachteten Jahre findet sich in Abb. 1 wieder⁶:

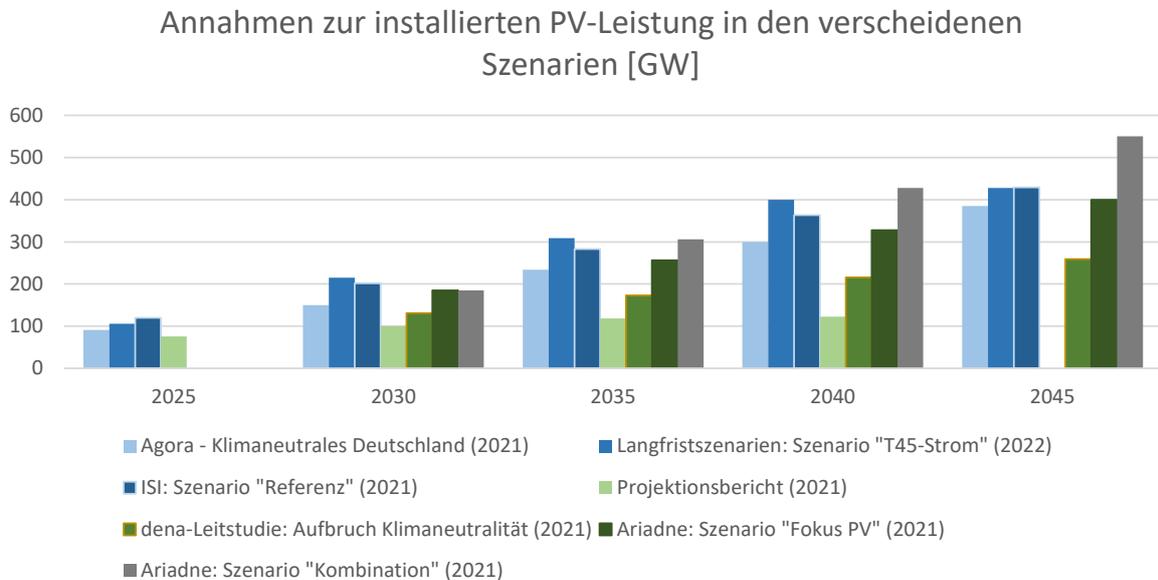


Abb. 1: Entwicklung des PV-Ausbaus in ausgewählten Szenarien [Angaben in GW]

2.2 Abschätzung des erforderlichen Flächenbedarfs für PV-FFA bis 2040

Zum Jahresende 2022 waren bundesweit rund 20 Gigawatt an PV-Freiflächenanlagen installiert, die insgesamt eine Fläche von knapp 35.000 Hektar belegen (eigene Berechnungen und Hochrechnung ZSW auf Basis des Marktstammdatenregisters). Dies entspricht einem Anteil von 0,1 Prozent der Gesamtfläche Deutschlands bzw. 0,2 Prozent (theoretisch) bezogen auf die verfügbare Landwirtschaftsfläche (LF)⁷.

Aufbauend auf den Zielsetzungen der Bundesregierung wird nachfolgend abgeschätzt, welcher Flächenbedarf erforderlich ist, um den Zielpfad zum Ausbau der PV-Freiflächenanlagen zu beschreiten. Die Analyse setzt auf dem oben angeführten Ausbaustand Ende 2022 von rund 20 Gigawatt bzw. 35.000 Hektar auf.

Gemäß den Zielsetzungen des EEG 2023 soll der jährliche Zubau von PV-Anlagen gesteigert werden auf neun Gigawatt im Jahr 2023, 13 Gigawatt im Jahr 2024, 18 Gigawatt im Jahr 2025 und ab dem Jahr 2026 auf konstant jährlich 22 Gigawatt. Davon soll jeweils die Hälfte in Form von Dach-/Gebäudeanlagen bzw. Freiflächenanlagen erfolgen. In den Jahren 2023 bis 2030 werden damit insgesamt 75 Gigawatt bzw. von 2031 bis 2040 insgesamt 110 Gigawatt PV-Freiflächenanlagen neu installiert. Unter Berücksichtigung eines Anlagenrückbaus nach 25 Jahren Betriebsdauer wächst der Anlagenbestand von PV-Freiflächenanlagen auf 95 Gigawatt im Jahr 2030 bzw. 194 Gigawatt 2040 (s. Abb. 2). Der Ausbaupfad entspricht bereits bis Ende 2025 einer Verdopplung der installierten Leistung innerhalb von lediglich drei Jahren und annähernd einer Verzehnfachung bis zum Jahr 2040 gegenüber Ende 2022.

⁶ Die Dena-Leitstudie „Aufbruch Klimaneutralität“ sowie der Ariadne-Szenarienreport weisen für das Jahr 2025 keine Annahmen aus. Des Weiteren liefert der Projectionsbericht lediglich Ausbauziele bis 2040.

⁷ Tatsächlich sind ca. 44 % des Zubaus an PV-Freiflächen bis 2022 auf landwirtschaftlichen Flächen erfolgt, das sind rd. 15.200 Hektar (Kelm et al. 2023)

Die vorliegende Berechnung berücksichtigt nicht, dass Anlagen womöglich vorzeitig (also vor Ablauf der oben angeführten angenommenen Nutzungsdauer von 25 Jahren) repowert werden oder dass Anlagen länger als 25 Jahre genutzt werden.

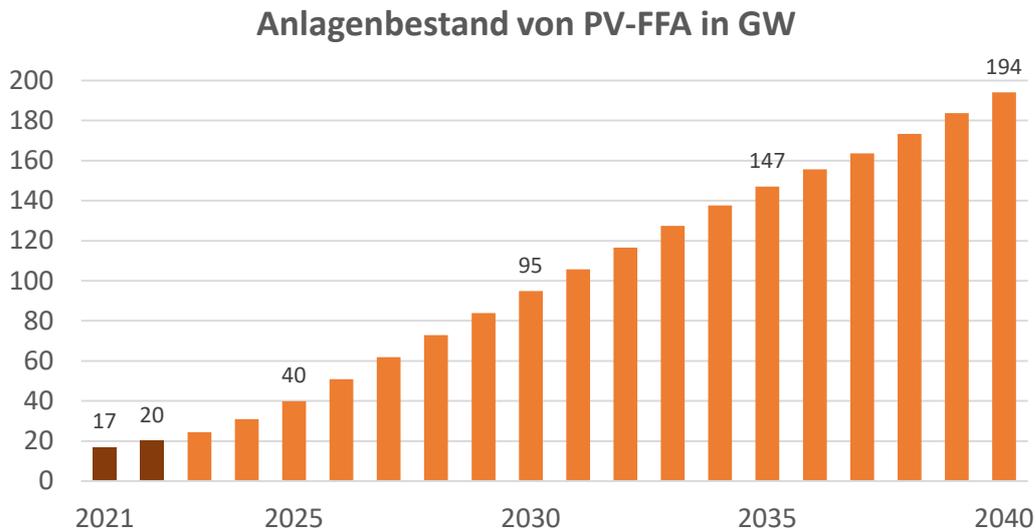


Abb. 2: Entwicklung der installierten Leistung von PV-Freiflächenanlagen gemäß den Zielsetzungen des EEG 2023. Eigene Berechnungen.

Zur Ermittlung des Flächenbedarfs bis 2030/2040 sind weitere Annahmen erforderlich, da davon auszugehen ist, dass sich der spezifische Flächenbedarf von Neuanlagen auch zukünftig verringern wird. In der Vergangenheit waren erhebliche Effizienzgewinne zu verzeichnen. Bis zum Jahr 2008 war für Neuanlagen im Mittel ein Flächenbedarf von 3,5 Hektar pro Megawatt und mehr erforderlich. Durch den technologischen Fortschritt bei der Modultechnologie sowie verringerte Reihenabstände konnte in den folgenden Jahren eine Verbesserung um mehr als den Faktor 3 erreicht werden. Heutige Neuanlagen benötigen im Mittel nur noch rund einen Hektar pro Megawatt (Günnewig et al. 2022b).

Die zukünftig erforderlichen Flächen werden aufgrund hoher Unsicherheiten als eine Spannbreite ermittelt. Die Unsicherheiten gründen weniger auf technologischen Unsicherheiten, als auf der Frage, ob und inwieweit sich neue Konzepte von Anlagen zur Doppelnutzung von landwirtschaftlichen Flächen durchsetzen. Diese so genannten Agri-PV-Anlagen weisen zum Teil einen deutlich höheren Flächenbedarf auf, da durch die Doppelnutzung und höhere Reihenabstände insgesamt größere Flächen technisch genutzt werden.

Der untere Pfad der Flächeninanspruchnahme geht von einem weiteren Effizienzfortschritt aus; ausgehend von rund einem Hektar pro Megawatt für Neuanlagen im Jahr 2021 auf 0,75 Hektar pro Megawatt im Jahr 2030 und 0,65 Hektar pro Megawatt im Jahr 2040 als Ergebnis von weiteren Wirkungsgradsteigerungen der Module und tendenziell engerer Belegung der Fläche. Der obere Pfad verharrt bis 2040 auf einem Hektar pro Megawatt für neue Anlagen, weil von einem zunehmend höheren Marktanteil von Agri-PV-Anlagen mit höherem Flächenbedarf ausgegangen wird. Für 2030 entspricht dies einem Agri-PV-Anteil von 15 Prozent der installierten Leistung und 2,5 Hektar pro Megawatt bzw. 25 Prozent und 2 Hektar pro Megawatt im Jahr 2040 (für die übrigen Anlagen gelten die oben angeführten Werte von 0,75 Hektar pro Megawatt (2030) und 0,65 Hektar pro Megawatt (2040)).

Für das Jahr 2030 ist somit von einer Flächeninanspruchnahme von rund 97.000 bis 110.000 Hektar auszugehen und im Jahr 2040 von rund 148.000 bis 195.000 Hektar (s. Abb. 3). Gegenüber dem Flächenbedarf im Ausgangsjahr 2022 von 35.000 Hektar entspricht dies bis

2030 rund einer Verdreifachung des Flächenbedarfs. Bis 2040 erhöht sich der Flächenbedarf auf das mindestens vierfache bis fünfeinhalbfache des Flächenbedarfs 2022.

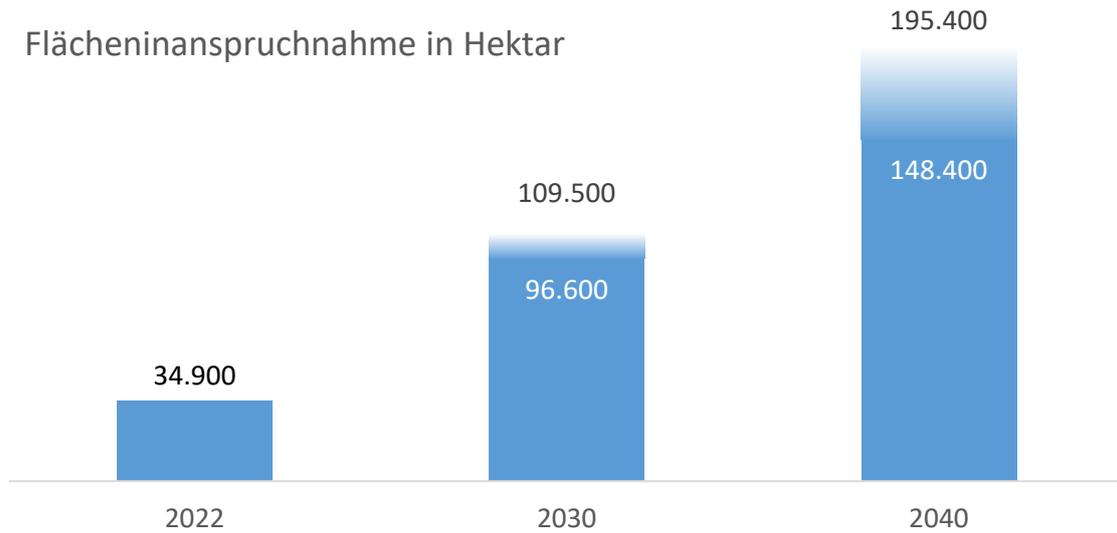


Abb. 3: Flächeninanspruchnahme für PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2022 und Bandbreite der Flächeninanspruchnahme für 2030/2040 im EEG-Zielpfad. Eigene Berechnungen.

In Relation zur Gesamtfläche Deutschlands entspricht dies einem Anteil von rund 0,3 Prozent (2030) bzw. 0,4-0,55 Prozent (2040). Bezogen auf die Landwirtschaftsfläche (LF) erhöht sich der relative Flächenbedarf auf 0,6-0,7 Prozent (2030) bzw. 0,9-1,2 Prozent (2040).

3 Umweltauswirkungen von terrestrischen Solar-Freiflächenanlagen

Die Solar-Freiflächenanlage ist eine technische Anlage zur Erzeugung von Strom aus solarer Strahlungsenergie, deren Errichtung und Betrieb bestimmte beschreibbare Wirkfaktoren umfasst, die jeweils mit verantwortlich sind für eine oder mehrere Auswirkungen auf die jeweils betroffene Umwelt. Die Anlagengrößen von Freiflächenanlagen bewegen sich in Deutschland in einer sehr weiten Spanne zwischen weniger als einem Megawatt und Flächengrößen unter einem Hektar am unteren Rand und dem derzeit größten Bauprojekt, dem Energiepark Witznitz mit ca. 650 Megawatt auf rund 500 Hektar Fläche in Westsachsen. Die jeweiligen Auswirkungen müssen vor dem Hintergrund einer Vorhabengenehmigung im Einzelfall bewertet werden. Charakteristisch für das Wirkungsprofil des Anlagentyps ist, dass es im Gegensatz zu vielen anderen flächigen Vorhaben nur geringfügig zur Versiegelung der betroffenen Bodenflächen kommt. Die Trägergestelle der Module werden während des Baus üblicherweise in den Boden gerammt, so dass unterhalb der Module, zwischen den Modulen und in den Abstandsflächen der Gesamtanlage Vegetations- und Bodenflächen mit ihren Funktionen nach Durchführung der Bautätigkeit mehr oder weniger eingeschränkt oder verändert verbleiben. Mögliche Auswirkungen ergeben sich in unterschiedlicher Weise und sind u. a. von der flächigen Ausdehnung der Anlage, aber auch von der Ausstattung des Standortes vor Anlagenbau abhängig. Je nach Anlagenkonzept können solche, die durch Art und Dichte der Bebauung ein möglichst hohes Maß an Energieertrag je Flächeneinheit anstreben, von solchen unterschieden werden, die die vorherige Nutzung weiterhin ermöglichen oder neue Flächennutzungen im Anlagenbereich etablieren und diesen dann durch aufgelockerte Bauweisen oder teilflächige Bebauung Entwicklungsräume bieten. Je nachdem können als Auswirkungen Lebensraumverluste, die Zerschneidung von Verbundbeziehungen und Barrierewirkungen, Kulissenwirkungen, visuelle Beeinträchtigungen, Folgen der Verschattung wie Änderungen der Niederschlagsverteilung sowie Nutzungsänderungen beschrieben werden. Je intensiver und den Naturhaushalt beanspruchender die jeweilige Vornutzung ausgeprägt ist bzw. war, umso größer sind die Möglichkeiten, durch entsprechende bauliche Anlagenkonzepte und mit Hilfe einer gezielten Nutzung oder Pflege der Anlagenfläche gegenüber der Ausgangssituation vorteilhafte Entwicklungen zu initiieren. Die daraus resultierenden Wirkungen können für Flora und Fauna unterschiedlich bewertet werden, dabei sind auch Unterschiede in Bezug auf die jeweils betroffenen Artgruppen möglich.

Maßgeblich für die Wirkintensität sind die Anlagenkonzeption, die Anlagengröße und weitere technische Merkmale. Für die Dimension der möglichen Umweltauswirkungen, d. h. deren Schwere bzw. Erheblichkeit, sind die jeweilige standörtlichen Ausprägung der Funktionen für den Naturhaushalt und das Landschaftsbild im jeweiligen landschaftlichen Zusammenhang verantwortlich.

Die Umweltauswirkungen bzw. Eingriffsfolgen, die am geplanten Standort konkret erkannt werden, müssen perspektivisch und zu Ende gedacht aber nicht grundsätzlich negativ sein. Beispielsweise kann durch die Extensivierung einer vorherigen Nutzung der Eintrag von Nähr- und Schadstoffen auf vormals intensiv landwirtschaftlich genutzten Flächen reduziert werden und zu einer Verbesserung der Gewässerqualität bzw. der Grundwasserqualität beitragen. Zahlreiche Anlagenbeispiele werden trotz der beschriebenen standortverändernden Eingriffsmerkmale, insbesondere dem hohen Anteil an verschattenden Modultischen (über mindestens ca. 50 Prozent der Bauflächen), als Standorte beschrieben, die teils hochwertigen Grünlandbeständen und einer artenreichen Vogel- und Insektenfauna Raum geben können. Schon während der Planung werden dazu vielfach gängige planerische Prinzipien an-

gewendet, nämlich mögliche erheblich beeinträchtigende Folgen des Vorhabens bzw. Eingriffs zu vermeiden oder in ihrer Schwere zu verringern, aber auch mögliche gestalterische Chancen für eine Optimierung der Entwicklungsmöglichkeiten des veränderten Standortes zu nutzen. Diese Vorgehensweise zeichnet viele Planungsprozesse aus, die sich z. B. im Rahmen von Bebauungsplanverfahren auch auf den Dialog mit Fachbehörden und Betroffenen einlassen und so die ein oder andere Konzession zugunsten der Umweltbelange eingehen. Solcherlei Planungs- und Kommunikationsprozesse brauchen jedoch Raum und auch Zeit. Es wäre demgegenüber nicht im Sinne des Naturschutzes – und wohl auch nicht im Sinne der Akzeptanz des Ausbaus –, die ohne Zweifel für eine erfolgreiche Energiewende erforderlichen Erzeugungskapazitäten annähernd pauschal und in einer Weise durch immer weitere Beschleunigung auf Planungs- und Zulassungsebene freizugeben, dass entsprechende Dialoge keinen Raum und individuelle Entwicklungsmöglichkeiten keine Berücksichtigung mehr finden.

3.1 Bau-, anlage- und betriebsbedingte Wirkungen

Die Wirkungen, die regelmäßig von Solarparks ausgehen, lassen sich methodisch den Kategorien „baubedingt“, „anlagebedingt“ und „betriebsbedingt“ zuordnen, können aber auch entweder dem technischen Anlagenteil einerseits oder der initiierten Nutzungsänderungen zuweisen, und hilfreich ist es auch, den jeweiligen Wirkfaktor mit dem hauptsächlich betroffenen Schutzgütern zu verknüpfen, die im Rahmen einer Umweltprüfung am Ende auch gesamthaft zu betrachten und zu beurteilen sind. Tab. 2 gibt einen Überblick über die häufigsten Wirkfaktoren und die Schutzgüter, die jeweils betroffen sein können.

Tab. 2: Schutzgutbezogene Übersicht üblicher Wirkfaktoren von Solar-Freiflächenanlagen und der initiierten Nutzungsänderung (eigene Darstellung)

Wirkfaktor \ Schutzgut	Mensch	Tiere, Pflanzen, biol. Vielfalt	Boden	Fläche	Wasser	Landschaftsbild	Klima	Luft	Kulturgüter
...der technischen Anlage									
Bodenverdichtung			x						
Temporäre Licht- und Lärmemissionen, Erschütterungen, stoffliche Emissionen (baubedingt)	x	x						x	
Flächeninanspruchnahme (Lebensraumverlust)		x						x	
Flächenumwandlung, Flächenbelegung			x	x	x				
Veränderung von abiotischen Faktoren, z. B.		x							
Veränderung des Mikroklimas und der Lichtverhältnisse innerhalb der Fläche							x		
Veränderung des Wasserhaushalts und der Wasserumverteilung		x	x		x				
Beeinträchtigung von Bau- und Bodendenkmalen sowie sonstigen Sachgütern									x
Bodenabtrag			x						
Visuelle Störwirkungen, Lichtreflexion und Spiegelung	x								
Zerschneidung, Barrierewirkung		x							
Bodenversiegelung			x		x				
Technische Überprägung (Störwirkung) der Landschaft	x	x				x			
Stoffliche Emissionen (durch Pflege- /Wartungsarbeiten, z. B. Putzmittel, Benzin, Abgase, ...)			x		x				
Elektromagnetische Spannungen	x	x							
Havariefälle (stoffliche Emissionen, Rauch, etc.)	x				x			x	
...der Nutzungsweise									
Reduktion des Schadstoffeintrags (Pestizide, etc.)		x	x		x				
Reduktion des Nährstoffeintrags (Dünger, etc.)		x	x		x				
Veränderung der Habitatausstattung und Artensammensetzung		x							

Baubedingte Wirkungen

Baubedingte Wirkungen treten in der Regel temporär während der Bauphase auf. Standortbestimmende Strukturen werden in dieser Phase ggf. beseitigt, können aber auch erhalten bleiben und in die Anlage integriert werden. Es kann zu partiellen Bodenversiegelungen, Bodenumlagerungen und -vermischungen und zur Verdichtung durch Baustraßen sowie durch Lager- und Abstellflächen und die Verlegung von Erdkabeln im Solarfeld kommen. Auch stoffliche Emissionen, Schall- und Lichtemissionen sind ebenso wie Erschütterungen während der Bauphase nicht ausgeschlossen. Zu den baubedingten Wirkungen zählen auch die Maßnahmen zur Erreichung der Flächen durch den Anlieferverkehr, die verkehrlichen Wirkungen dieses Verkehrs sowie die Arbeiten im Zusammenhang mit der Netzanbindung.

Anlagebedingte Wirkungen

Die anlagebedingten Wirkungen hängen unmittelbar vom Umfang der übershirmten Fläche, der Höhe der Modultische sowie der Art der jeweiligen technischen Ausführung ab, können sich jeweils signifikant unterscheiden. Mit Zunahme der Großflächigkeit der Anlage nehmen die beschriebenen Auswirkungen erheblich zu.

Durch die Beschattung und die Umverteilung der Niederschläge kommt es zu mikroklimatischen Veränderungen, die sich insbesondere auf die Vegetation auswirken können. Temperaturunterschiede von mehr als fünf Grad Celsius sind unter den Modulen im Vergleich zu den Modulzwischenräumen und Vergleichsflächen gemessen worden. Im Sommer sind die Temperaturen unter den Modulen geringer, im Winter etwas höher (Badelt et al. 2020: 38f.). Die Modulkanten werden bei Niederschlägen zu Abtropfkanten, je nach Bodenbeschaffenheit und Relief kann dadurch Erosion und eine Rinnenbildung befördert werden. In jedem Fall kommt es zu einer Umverteilung der Niederschläge und zu veränderten Lichtverhältnisse. Sowohl die Artzusammensetzung als auch die Blühphänologie und Morphologie der Pflanzen kann durch die veränderten Standortbedingungen beeinflusst werden. Die veränderten Licht- und Feuchtigkeitsverhältnisse und die in der Folge geänderte Zusammensetzung der Pflanzenarten wirken sich auch auf die Vorkommen und die räumliche Verteilung von Insekten aus. Das Vorkommen von Amphibien und Reptilien wird maßgeblich durch die Habitatausstattung beeinflusst; entscheidend ist, dass die relevanten Strukturen erhalten bleiben bzw. neu angelegt werden, wenn es sich um einen potenziell geeigneten Lebensraum handelt.

Auf Arten und Artengruppen der Avifauna kann die Anlage ganz unterschiedlich wirken. Entsprechend widersprüchlich und auch streitig erscheinen die Befunde aus Literatur und Praxis. Entscheidend für eine Beurteilung der jeweiligen Besiedlung ist dabei auch, die Situation vor dem Anlagenbau zu referieren und beide Zustände miteinander zu vergleichen. Ein erhöhtes Kollisionsrisiko ist nicht bekannt, der oft diskutierte „Lake-effekt“ – die Wechselung der Modulfläche mit einer Wasserfläche – ist nicht sicher belegt, es gibt jedoch vereinzelte Hinweise auf Anflugversuche bzw. Inspektionsflüge (BirdLife 2021: 22, Badelt et al. 2020: 39f). Verdrängungseffekte sind vor allem bei bodenbrütenden Offenlandarten zu beobachten. Verschiedene Untersuchungen deuten darauf hin, dass die Ausgangssituation auf der Fläche und die Habitatqualität der angrenzenden Fläche entscheidend dafür sind, ob es eher zu einer Zu- oder Abnahme der Brutvogeldichte kommt (Badelt et al. 2020: 40). In der internationalen Literatur wird beschrieben, dass es durch Solar-Freiflächenanlagen zu Funktionsverlusten von bekannten Zugvogel-Rastplätzen und durch kumulative Effekte auch zu Unterbrechungen der Migrationsrouten kommen kann (BirdLife 2021: 22).

Schwaiger (2022: 36ff) unterscheidet zwischen Lebensraumverlusten einerseits und Lebensraumverbesserungen im Vergleich zur Ausgangslage einer Intensivlandwirtschaft andererseits. Alle Arten, die auch anthropogene Strukturen zur Brut nutzen, sind nicht betroffen, sie nehmen auch das Brutplatzangebot von Solar-Freiflächenanlagen an (Tröltzsch & Neuling

2013, Schwaiger 2022). Werden vorhandene Gehölzstrukturen oder auch Sonderbiotope wie Gräben oder Gewässer in die Anlage integriert, und wird ein ausreichender Abstand dazu eingehalten, werden auch deren Bewohner wie Dorngrasmücke, Neuntöter, Goldammer nicht zwangsläufig verdrängt. Einige Arten nutzen die Modultische dabei als Singwarten, Ansitz oder auch als Brutplatz. Unter den Siedlern in PV-Freiflächenanlagen befinden sich Vogelarten der Agrarlandschaft, die gerade aufgrund der Folgen intensiver agrarischer Nutzungen erhebliche Bestandsrückgänge erlitten haben und naturnähere Strukturen aufsuchen (Zaplata & Stöfer 2022 unter Verweis auf weitere Quellen).

Am derzeit strittigsten scheint der Sachstand bei den bodenbrütenden Arten des Offenlandes zu sein, die regelmäßig auf landwirtschaftlichen Flächen angetroffen werden (s. hierzu auch Kap. 4.7). Diese und weitere Arten der Agrarlandschaften sind in erster Linie durch die Folgen jeder Art von intensiver Landbewirtschaftung bedroht. Maßnahmen der Extensivierung und der Erhöhung des Anteils ungenutzter Flächen, wie sie ja auch im Bereich der Solarfelder möglich sind, sind immer geeignet, dieser Tendenz entgegen zu wirken und das Brutplatzangebot zu erhöhen. Für Bodenbrüter gilt aber zusätzlich, dass sie nach Stand der Forschung zu sichtbegrenzenden Strukturen wie Waldrändern, Hecken, Siedlungsflächen oder linienhaften Bauwerken wie Lärmschutzwänden grundsätzlich einen gewissen Abstand halten (z. B. die Feldlerche nach verschiedenen Angaben von ca. 60 bis 120 Meter) und bebauten Flächen meiden. Diese Verhaltensweisen sind in erster Annäherung auch in Bezug auf Solarparks plausibel anzunehmen. Es werden Fälle beschrieben, die eindeutig auf eine Meidung der Modulflächen und ihrer Nahbereiche hindeuten (Trautner et al. 2022: 33ff), andererseits aber auch in der Lage zu sein scheinen, zumindest Anlagenrandbereiche und über die Modulabstandsflächen hinausgehend verbreiterte Zwischenräume zu besiedeln (Zaplata & Stöfer 2022). Die Kulissenwirkung von Abzäunungen und Modulträgern könnte somit bei Kiebitz oder Feldlerche geringer sein als die von Hecken und Baumreihen (auch Schwaiger 2022: 37). Es lohnt sich, weitere Erkenntnisse dahingehend zu sammeln, welche besonderen Eigenschaften der Anlage oder des umgebenden Raumes das jeweils erwartete Verhalten beeinflussen können und ob darin eine Systematik zu erkennen ist.

Systematische Untersuchungen zu Vorkommen von Säugetieren in Solar-Freiflächenanlagen liegen nicht vor. Zufallsfunde belegen jedoch, dass insbesondere Kleinsäuger bei entsprechenden Durchlässen bzw. Abständen zwischen Geländeoberfläche und Zaununterkante weiterhin auf den Flächen anzutreffen sind. Für Mittel- und Großsäuger bedeutet die Umzäunung oftmals eine Barriere. Werden keine Wanderkorridore geschaffen, kann dies insbesondere bei großen Anlagen negativ auf den Biotopverbund wirken.

Es gibt Hinweise, dass Fledermäuse ein erhöhtes Kollisionsrisiko für glatte, vertikale Platten aufweisen. Vertikale Anlagekonzepte können daher in Aktivitätsschwerpunkten von Fledermäusen ein besonderes Kollisionsrisiko bergen. Gezielte Untersuchungen an Solar-Freiflächenanlagen sind jedoch nicht bekannt (Schlegel et al. 2021: 16).

Die zum Teil großflächig ausgebreiteten technischen Anlagenelemente werden sich auf das Landschaftsbild und ggf. die Erholungsfunktion der betroffenen Landschaft auswirken. Die Wirkintensität und das Maß der visuellen Beeinträchtigung ist bei den üblichen Bauhöhen von drei bis fünf Meter vor allem davon abhängig, wie einsehbar und empfindlich die betroffene Landschaft in ihrer jeweiligen Eigenart ist. Während offene und weite Landschaften von einem nicht erhöhten Standort eher unempfindlich erscheinen und Sichtschutzpflanzungen eine hohe Wirksamkeit erzeugen, sind topographisch bewegte Räume eher als sensibel anzusehen. So werden exponierte Hang- und Höhenlagen regelmäßig bei der Auswahl von geeigneten Standorten ausgenommen. Auch hier können vorhandene Landschaftselemente

die Sichtbarkeit einschränken, gleichwohl werden die technische Überprägung und mögliche optische Störreize deutlicher sichtbar (Schmidt et al. 2018: 97ff).

Betriebsbedingte Wirkungen

Durch Wartungs- und Reinigungsarbeiten kann es ggf. kurzzeitig zu Störungen und Stoffeinträgen kommen. Während des regulären Betriebs sind insbesondere mit Reflexionen, elektromagnetische Felder und eine Erwärmung im Bereich der Module zu erwarten.

Die betriebsbegleitende Art, Intensität und Zielgerichtetheit der Pflege der Solarparkflächen unterhalb und zwischen den Modulen – beispielsweise durch Mahd oder Beweidung – wirkt sich auf die Artenzusammensetzung und das jeweilige Entwicklungspotenzial aus. Naturschutzfachlich optimierte Pflegekonzepte sind u. a. Voraussetzung dafür, dass Maßnahmen insbesondere im Hinblick auf die Optimierung der Lebensraumverhältnisse im Solarpark erfolgreich sind.

3.2 Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen im Rahmen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung

Die Verfahrensweise der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung sowie etwaige inhaltlicher Sonderregelungen, die der Abweichungsgesetzgebung (Art. 72 Abs. 3 S. 1 Nr. 2 des Grundgesetzes (GG)) unterfallen, werden jeweils in den Bundesländern geregelt, wobei aber die in §§ 13 ff. BNatSchG zum Ausdruck kommenden allgemeinen Grundsätze des Naturschutzes rahmensetzend sind. Der Ansatz des Konfliktregelungsinstrumentes ist flächendeckend, bezieht die Schutzgüter des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes ein, zielt vorrangig auf das bestmögliche Vermeiden und Minimieren von Beeinträchtigungen und fordert ein funktionsgerechtes Kompensieren nicht vermeidbarer erheblicher Beeinträchtigungen durch den Verursacher.

Eine erste in aller Regel sehr entscheidende Voraussetzung zur Vermeidung von Beeinträchtigungen insbesondere gravierender Art liegt zeitlich vor der eigentlichen Eingriffsregelung, nämlich in der Ermittlung und Bestimmung des Standortes für das Vorhaben. Entsprechende Aussagen finden sich in allen einschlägigen Hinweisen und Merkblättern⁸. Diese Aufgabe obliegt bei raumbedeutsamen Vorhaben in der Regel der Regionalplanung, ebenso auch vergleichbaren Planungsansätzen auf kommunaler Ebene, die der Ermittlung geeigneter Flächen für PV-Freiflächenanlagen dienen. Handelt es sich um ein formales Verfahren zur Aufstellung eines Regionalplans oder eines Flächennutzungsplans, ist davon auszugehen, dass eine Strategische Umweltprüfung (nach dem Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVPG) oder dem Baugesetzbuch (BauGB)) stattfindet und dabei maßstabsbezogen angemessen die natur- und auch artenschutzrechtlichen Belange besonders berücksichtigt werden. In vielen Fällen werden alternativ und weniger verbindlich PV-spezifische Raum- oder Potenzialanalysen auf der Basis von Kriterienkatalogen erarbeitet, die allerdings häufig gutachterlich bleiben, in einigen Fällen aber auch von den entscheidenden Gremien beschlossen werden. Die bauplanungsrechtliche Zulassung von PV-Freiflächenanlagen lässt aber sehr häufig eine derartige Vorplanung vermissen, auch wenn die professionelle interne Ermittlung von Interessengebieten in der Projektentwicklung in einer Reihe von Fällen eine unternehmerische Strategie durch Ausschluss sensibler Standorte erkennen lässt.

⁸ Z. B. Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (BayStMWVBV 2021): Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, Stand 10.12.2021, https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/25_rundschreiben_freiflaechen-photovoltaik.pdf, zuletzt überprüft 18.07.2023

Zu den wesentlichen Teilschritten der Eingriffsregelung existieren diverse Standards und Verfahrensweisen in Deutschland. Nachdem der Versuch einer grundlegenden bundesweiten Vereinheitlichung durch die Bundeskompensationsverordnung⁹ fehlgeschlagen war, gibt es weiterhin in allen Bundesländern eigenständige Verfahrensweisen und Maßstäbe, zu- meist auch gesondert im Verhältnis zur jeweiligen Eingriffsregelung in der Bauleitplanung, zur

- Ermittlung und Bewertung des Ausgangszustandes des Vorhabenstandorts, hier vor allem des Lebensraum- oder Biotopbestandes und weiterer wertgebender Schutzgüter und Funktionen
- Bemessung des Ausmaßes und der Reichweite vorhabenspezifischer Wirkungen, z. B. bei PV-Freiflächenanlagen der Anteil an dauerhaft durch Module überbauten Fläche und der jeweils beeinflussten Zwischen- und Nebenflächen
- Feststellung der Schwere der zu erwartenden Beeinträchtigungen durch Verknüpfung von Eigenschaften des jeweiligen Schutzguts und der Stärke der vorhabenbezogenen Wirkungen
- Anforderungen an Inhalt, Art und Umfang der erforderlichen Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen, zum Teil mit spezieller Ausrichtung auf Solar-Freiflächenanlagen, auch zur Bevorratung von Kompensationsmaßnahmen (s. § 16 BNatSchG)
- Regelungen im Hinblick auf die Nachhaltigkeit der Pflegemaßnahmen und der entsprechenden Verantwortlichkeiten
- Besondere Regelungen, z. B. bei der Verwendung von autochthonem Saatgut von Spenderflächen

Es kommen numerische und qualitativ-argumentative Bewertungsverfahren zum Teil in Kombination zum Einsatz. Im speziellen Kontext von PV-Freiflächenanlagen stehen dabei angesichts der inzwischen deutlichen Dominanz landwirtschaftlicher Flächen als Anlagenstandort die Beurteilung von Acker- und Grünlandbeständen in der Bestandssituation und die Prognose geeigneter Maßnahmen zur dauerhaften Kompensation und Aufwertung der Vegetationsflächen in der Anlage im Fokus der Eingriffsbewältigung. Vor dem Hintergrund der Ökoko-Verordnung in Baden-Württemberg wird sogar dafür geworben, mit Naturschutzmaßnahmen auf der Solarpark-Fläche nicht nur den Eingriff zu kompensieren, sondern zusätzlich Ökopunkte zu generieren (Bodensee-Stiftung 2019).

Wie aufgezeigt bringen die unterschiedlichen Verfahren der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nach Bundes-, Landes-, Naturschutz- und nach Baurecht eine Vielzahl von Methoden zur Bewertung des Eingriffs und zur Ableitung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen mit sich und ermöglichen keine einheitliche Standardisierung. Gleichwohl lassen sich grundsätzliche Prinzipien von Eingriff und Kompensation infolge von PV-Freiflächenanlagen ausführen, die es erlauben, die jeweiligen Verfahren auf diesen Vorhabentyp hin anzupassen und auszurichten.

Die Besonderheit von PV-Freiflächenanlagen ist darin begründet, dass es bezogen auf das jeweilige Plangebiet (synonym zum Geltungsbereich des jeweiligen Bebauungsplanes) und auch bezogen auf die Bauflächen der Solaranlagen nur sehr untergeordnet zu einer Versiegelung kommt, diese liegt zwischen drei bis maximal fünf Prozent. Die „klassischen“ Anla-

⁹ Die geltenden Bundeskompensationsverordnung (2020) ist zwar bundesweit anzuwenden und daher ein guter bundesweiter Vergleichsmaßstab, gilt letztendlich aber nur im Falle der Zuständigkeit einer Bundesbehörde (s. § 1 Absatz 1 Satz 1 BKompV)

genkonstellationen zielen darauf, auf einer Ackerfläche einen durchgängigen Vegetationsbestand unter den Modulflächen zu entwickeln und eine möglichst hohe Stromerzeugungsleistung bei möglichst geringer Flächeninanspruchnahme zu etablieren. Eine solche Anlagenkonstellation hat den Vorteil, dass die intensiv genutzte Ackerfläche in den meisten Biotopwertmodellen minimale Wertpunkte ausweist und daher schon im Solarfeld, spätestens aber unter Einrechnung der nicht bebauten Bereiche im Plangebiet zumeist ohne externe Maßnahmen als naturschutzfachlich ausgeglichen gelten kann.

Ein weiterer Einflussfaktor betrifft den Abstand der Modulflächen untereinander bzw. den Grad der Überdeckung durch Modulflächen. Der Reihenabstand einer Anlage mit nach Süden ausgerichteten Modulflächen ergibt sich im technischen Sinne daraus, über den Jahresverlauf die gegenseitige Verschattung zu vermeiden. Sogenannte Ost-West-Anlagen führen hingegen zu keinen Verschattungen benachbarter Modulflächen, so dass sie bezogen auf die erforderliche Fläche die energetisch effizienteste Anlagenkonstellation darstellen (s. Abb. 4). Ein flächendeckender Pflanzenbewuchs solcher Solarfelder ist nur unter Einsatz lichtdurchlässiger Module und Bewässerungstechnik möglich. Eine naturschutzfachlich optimierte Anlagenkonstellation ermöglicht dagegen eine „gute Biotopqualität“ im Solarpark vor allem dadurch, dass die Bebauungsdichte gelockert wird, um den Anteil gering oder nicht verschatteter Bereiche zu erhöhen und in diesen Bereichen unter Einsatz regionaler Wildkräutersaatmischungen einen artenreichen Grünlandbestand hoher Wertigkeit zu ermöglichen. Dadurch wird nicht nur ein entscheidender Beitrag zur Kompensation des Eingriffs geleistet, sondern je nach Ausgangssituation kann auch eine ökologische Aufwertung des betroffenen Standortes erreicht werden.



Abb. 4: Ost-West-Modulflächen des derzeit größten in Bau befindlichen Energieparks Witznitz auf rekultivierten Braunkohleflächen (Foto: D. Günnewig, Juli 2023)

An dieser Stelle ist es angebracht, die planungsrechtlich relevanten Teilflächen eines Bebauungsplans „Sondergebiet Solarpark“ kurz zu erläutern. Der Geltungsbereich des Bebauungsplans umfasst die Bauflächen des Sondergebietes (SO) und Flächen für Maßnahmen innerhalb und außerhalb der Sondergebietes, das ggf. auch in Bauabschnitten dargestellt wird (s. Abb. 5). Für das Sondergebiet wird das Maß der baulichen Nutzung gemäß § 16 ff Baunutzungsverordnung (BauNVO) bestimmt, so die Grundflächenzahl (GRZ) und Vorgaben zur

Höhe und ggf. Bauweise der Anlage. Die Besonderheit einer PV-Freiflächenanlage besteht nun darin, dass im Prinzip der gesamte Geltungsbereich mit seinen bebauten und nicht bebauten Flächen für die Kompensation und ggf. Aufwertung genutzt werden kann. GRZ 0,6 bedeutet nicht wie im üblichen Baugebiet ein Maß der anteiligen Versiegelung des Standortes, sondern hier wird das Maß der durch Modulfläche überstellten Fläche gekennzeichnet. Da eine nur nachrangige vollständige Versiegelung von nur wenigen Prozentanteilen erfolgt, können auch die Grünflächen im Baugebiet unter und zwischen den Modulflächen als Maßnahmenfläche ausgewiesen und kompensatorisch angerechnet werden.

Im Kontext der Solarstrategie der Bundesregierung wird derzeit eine intensive Diskussion geführt über verschiedene Solaranlagenkonzepte und deren Vorteileigenschaften, um diese vergütungs-, bauplanungs- und naturschutzrechtlich zu begünstigen und damit den Ausbau der erneuerbaren Energiekapazitäten umweltverträglich zu befördern. Neben den klassischen Anlagen werden dabei über das Merkmal ökofunktionaler Mehrfachnutzungen derselben Fläche vor allem „Agri-PV-Konzepte“ beschrieben. Hierzu können aber auch Konzepte der „Biodiversitäts-PV“ gezählt werden, deren Naturverträglichkeit darin begründet ist, dass sie als technisch überprägtes, aber gleichermaßen extensiv genutztes und biotopseitig optimiertes Landschaftselement neue Lebensraumqualität in die vielfach ökologisch verarmten Intensivagrarlandschaften bringen können.

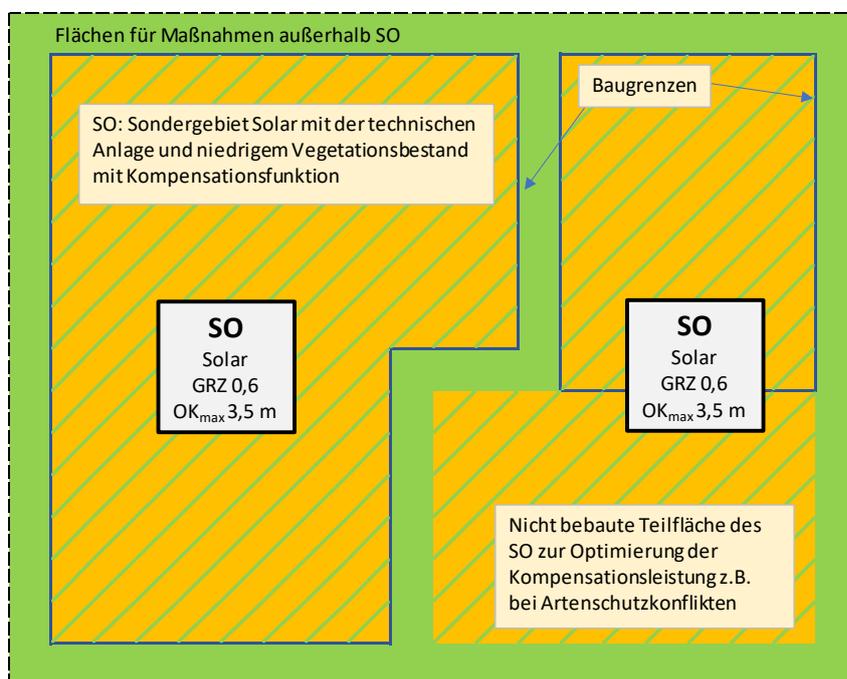


Abb. 5: Schematische Darstellung des Geltungsbereichs eines fiktiven Bebauungsplans mit den Abgrenzungen des Sondergebietes SO (orange) mit potenzieller Kompensationsleistung (grüne Schraffur), der Baugrenzen (blaue Linie) und der nicht bebauten Flächen für landschaftspflegerische Maßnahmen; diese werden im Maßnahmenplan weiter konkretisiert.

In diesem Kontext stellen sich die Fragen, wie verschiedene Anlagenkonzepte untereinander abgegrenzt und inwieweit kompensatorische Maßnahmen der Eingriffsregelung bereits zur Aufwertung von Solarparkflächen führen können, oder ob dafür zusätzliche gesonderte Maßnahmen zur Biotopentwicklung erforderlich sind, die aus den Erfordernissen des umgebenden Landschaftsraumes entwickelt werden und diesen ökofunktional unterstützen und ergänzen können. Diese Aspekte haben die Autoren dazu gebracht, nachfolgende Darstellungen in den Abb. 6 bis Abb. 8 zu entwickeln. In der Abfolge soll vermittelt werden, dass insbeson-

dere bei einer geringen ökofunktionalen Wertigkeit des gewählten Standortes bzw. des Status Quo nicht nur eine Kompensation des Eingriffs, sondern eine ggf. auch eine deutliche Aufwertung der Biotopfunktion des Standortes erreicht werden kann. Gleichwohl ist nicht ausgeschlossen, dass die Lebensraumanforderungen bestimmter originärer Arten dennoch nicht im späteren Solarpark wiederhergestellt werden können, so dass auch externe Maßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang erforderlich werden.

Die Vorgehensweise der Eingriffsregelung stellt zunächst den Status Quo mit der Bestandsaufnahme der Schutzgüter fest. Die Bewertung des Status Quo kann zum Ergebnis haben, dass es sich um eine eher geringwertige (z. B. ein ordnungsgemäß bewirtschafteter Acker mit geringer Punktzahl) oder mehr oder weniger höherwertige Ausgangssituation handelt. Wie mit Abb. 6 skizziert, liegt entsprechend die „Latte“ für die Eingriffsschwere bzw. das Kompensationserfordernis niedrig oder eben hoch, das Maß der Beeinträchtigung und der kompensatorische erforderliche Aufwand unterscheidet sich entsprechend situativ. Die vorhabenbedingt denkbare Beeinträchtigung der Funktionen und Werte von Natur und Landschaft (roter Pfeil „0“) kann aber bereits durch Entscheidungen verringert werden, die die technischen Eigenschaften der Freiflächenanlage verändern, z. B. durch Vergrößerung des Modulflächenabstandes oder die Ausdehnung des Anteils an nicht bebauten Flächenanteilen (gelber Pfeil 1). Weitere gezielte Maßnahmen der Biotopentwicklung in der bebauten Anlagenfläche, aber auch in den Zwischen- und Abstandsflächen, führen bei einem Solarpark auf zunächst geringwertigen Flächen schnell zur Wiederherstellung, in der Regel sogar zur Verbesserung des Status Quo (grüner Pfeil 2). Im Einzelfall können zusätzliche Maßnahmen getroffen werden oder auch erforderlich sein, um aufgrund der Betroffenheit eines größeren Zusammenhangs, z. B. in einem Schutzgebietskontext oder zur Verbesserung der ökologischen Durchlässigkeit im Hinblick auf den örtlichen Biotopverbund die räumlich-funktionale Integration der Anlage verbessern (grüner Pfeil 3). Hierzu würden auch Maßnahmen gehören, die zur Vermeidung eines artenschutzrechtlichen Verbotes als vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen (CEF-Maßnahmen) ggf. extern vorgesehen werden müssen. Im Einzelfall ist dabei die Frage, ob erhebliche Beeinträchtigungen ausgeglichen oder über das erforderliche Maß hinaus aufgewertet werden, nicht immer scharf zu beantworten. Im Sinne einer objektiven Definition einer Biodiv-PV-Anlage, der in Zukunft möglicherweise vergütungsrechtliche oder genehmigungsrechtliche Vorteile zugewiesen werden könnten, ist allerdings zu fordern, dass die Anstrengungen zur Aufwertung des Standortes deutlich über das mit der Eingriffsregelung geforderte Maß hinausgehen sollten.

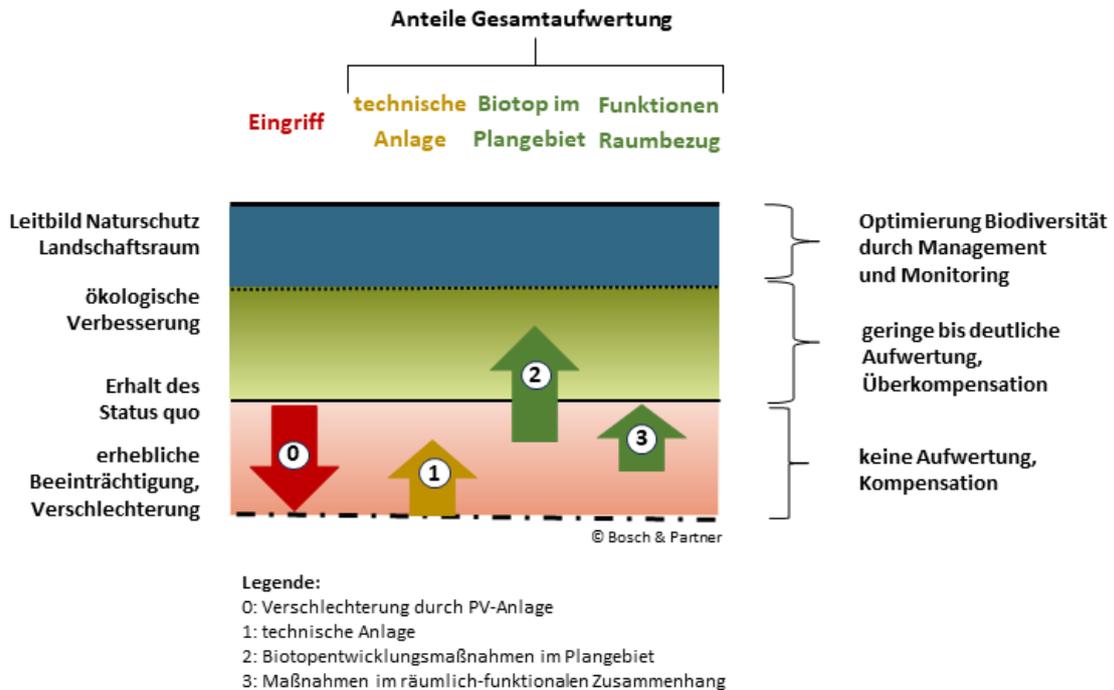


Abb. 6: Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und möglicher Aufwertung von PV-Freiflächenanlagen (eigene Darstellung)

Zur potenziellen Aufwertung eines durchschnittlich bewirtschafteten Ackerstandortes mit geringem Biotopwert durch eine dauerhafte Grünlandbedeckung gibt es im Allgemeinen keinen bewertungsspezifischen Dissens. Die Auswirkungen einer PV-Freiflächenanlage können in aller Regel durch geeignete Maßnahmen im Bereich des jeweiligen Plangebietes kompensiert werden, häufig allein schon durch das Etablieren eines dauerhaften und zumindest partiell artenreichen Grünlandbestandes. Dieser wiederum kann aber noch deutlich verbessert werden durch weitergehende Biotopentwicklungsmaßnahmen im Sinne eines standortspezifisch festgelegten Ziel- und Maßnahmenkonzepts, das auch ein Pflegemanagement und ein Monitoring zur Nachweisführung umfasst.

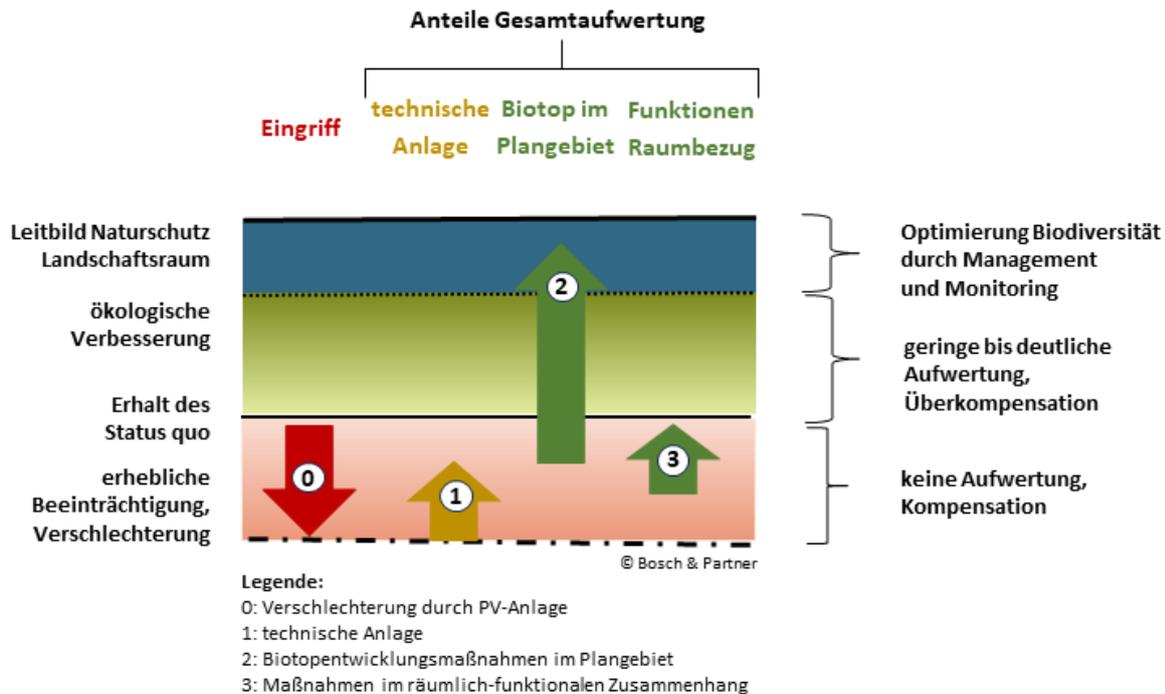


Abb. 7: Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und Aufwertung einer PV-Freiflächenanlage auf gering wertigem Standort mit Biodiversitätsmanagement und Monitoring sowie Maßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang (eigene Darstellung)

Es kommen allerdings nicht immer nur Ackerflächen als potenzielle Anlagenstandorte in Betracht. Falls PV-Freiflächenanlagen auf höherwertigeren Standorten geplant sind, insbesondere auf mehr oder weniger intensiv genutzten Grünlandbeständen von Grenzertragsstandorten in benachteiligten Gebieten von Bergländern oder Schutzgebieten, stellen sich folgende Fragen:

- Welche Eigenschaften und welchen naturschutzfachlichen Wert hat das Grünland des Vorhabenstandortes vor dem Eingriff? Besteht die Aussicht, dass demgegenüber im Plangebiet bzw. Baufeld der Solaranlage ein qualitativer Ausgleich oder sogar eine naturschutzfachliche Aufwertung erreicht werden kann?
- Welche Veränderungen ergeben sich für den Standort durch die Bautätigkeiten, aber insbesondere auch durch die dauerhafte Überstellung des Standortes mit Modulflächen, und wie werden die jeweiligen Auswirkungen bzw. Beeinträchtigungen im Rahmen der Eingriffsregelung operationalisiert? Die Überstellung mit Modulfläche reicht von fast flächendeckend mit einer üblicherweise maximal zulässigen Grundflächenzahl¹⁰ von 0,8 bis zur sehr lockeren Aufstellung von vertikalen „Solarzäunen“ einer Agri-PV-Anlage mit GRZ deutlich unter 0,1. Die Aufstellungskonzepte der unterschiedlich großen Anlagen reichen dabei von dicht-kompakt-einheitlich bis locker-großlumig-gegliedert mit zum Teil eingestreuten offenen Bereichen und integrierten Biotopflächen. Die Verwendung der GRZ für Solar-Freiflächenanlagen in der Bauleitplanung lässt allerdings nicht erkennen, dass die Über-

¹⁰ Die Grundflächenzahl (GRZ) ist in der Baunutzungsverordnung geregelt (§ 19 BauNVO) und ist ein Maß für den Anteil der bebauten Fläche des Baugrundstücks (Quadratmeter Grundfläche je Quadratmeter Grundstücksfläche); sie wird mit einem Anteil von 1 angegeben. Z. B. beschreibt die GRZ 0,5 im Fall einer Freiflächensolaranlage den Anteil der mit Modulen überstellten und ggf. mit baulichen Anlagen versiegelten Baufläche von 50 Prozent.

stellung mit Modulen keineswegs einer Versiegelung gleichkommt; auch ein vollständig versiegelnder Gebäudekomplex wird ggf. mit selbiger grundstücksanteiliger GRZ angegeben.

- Wie ist die Gesamtfläche des Grünlandes einer Solar-Freiflächenanlage mit den stark oder nur zeitweise sonnenstandsabhängig verschatteten Teilflächen naturschutzfachlich zuzuordnen, in welchem Maß findet eine Abwertung oder Aufwertung durch das Vorhaben statt? Lässt sich das kleinflächige Mosaik unterschiedlich besonnener Flächen über die gesamte Fläche einheitlich beschreiben und einem spezifischen Biotopwert zuweisen? Oder sind hier hoch, niedrig überstellte, dauerhaft, zeitweilig und ständig besonnte Teilflächen voneinander abzugrenzen und jeweils wertseitig zu ermitteln und zu bilanzieren? In diesem Zusammenhang der Hinweis auf den Diskussionsansatz die Solar-Freiflächenanlage als einen oder mehrere gesonderten Solarpark-Biotoptypen zu beschreiben, in die Biotop-Kartierschlüssel einzugliedern und damit die Bewertung der Kompensationsleistung zu standardisieren (Schmidt et al. 2022). Die Fläche wäre dann mit einer gegenüber Ackerflächen besseren Einstufung zu würdigen, weil trotz der Überstellung und teilweisen Verschattung der Flächen durch die Module die Grünlandnutzung in den Zwischenräumen eine ökologische Aufwertung gegenüber Acker darstellt. Bei der Anlage von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Grünland würde nach diesen Vorschlägen nach wie vor ein zusätzlicher Kompensationsbedarf entstehen.
- Welche konkreten Maßnahmen zur Etablierung und Pflege der Solarparkbiotope können ergriffen werden, um den Gesamtbestand des Grünlandes im Bereich einer Solar-Freiflächenanlage naturschutzfachlich hochwertig zu gestalten und auch nachhaltig zu sichern bzw. zu pflegen?

In Fortsetzung der Abb. 6 und Abb. 7 zu den Besonderheiten der Eingriffs-Ausgleichs-Bilanzierung beschreibt Abb. 8 modellhaft eine höherwertige Ausgangssituation, z. B. eine Freiflächenanlage auf einem durchgängig hochwertigen Grünlandbestand: Bei den dort erwartbaren Verlusten sind weder ein optimiertes Anlagenkonzept noch ein optimiertes Biotopentwicklungskonzept und auch keine zusätzlichen Entwicklungsmaßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang des umgebenden Raumes in der Lage, den Status Quo zu erreichen und faktisch auszugleichen. Die jeweiligen Pfeilspitzen 1, 2 und 3 erreichen nicht das Niveau des Ausgangszustandes.

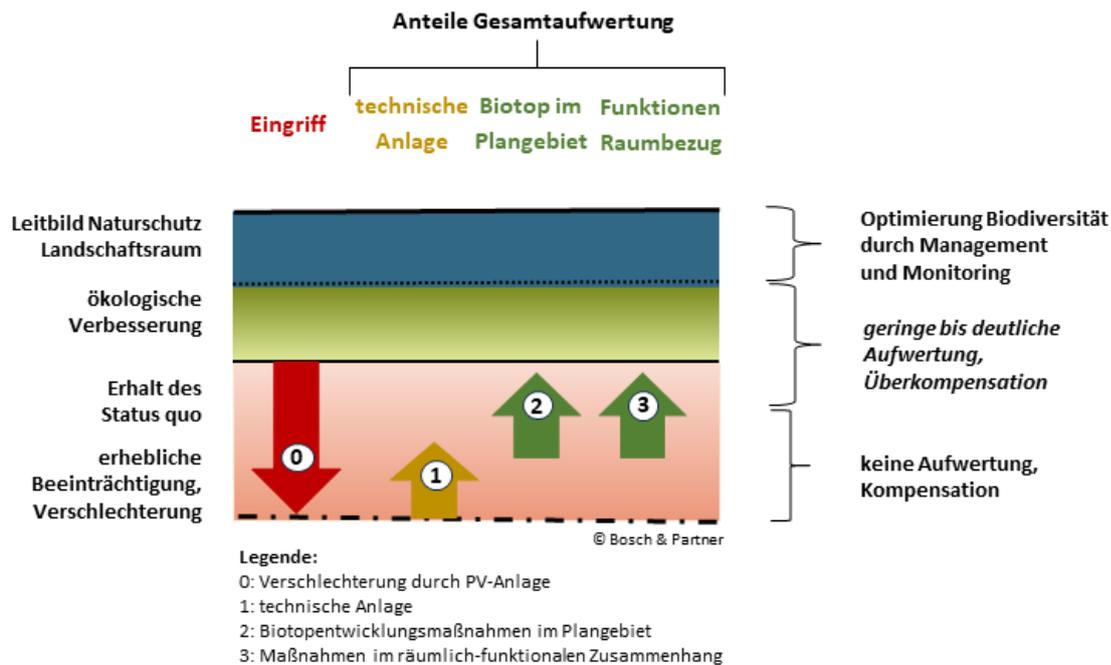


Abb. 8: Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und Aufwertung einer PV-Freiflächenanlage auf höherwertigem Standort mit Biotopentwicklungsmaßnahmen und Maßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang (eigene Darstellung)

Die Besonderheiten des Vorhabentyps PV-Freiflächenanlage werden ergänzend beschrieben über Vorgehensweise und Standardisierungsansätze, die sich in aktuellen behördlichen Empfehlungen, Hinweisen etc. zum Umgang mit Solarfreiflächenanlagen finden lassen und damit den Stand der Technik bei der Berücksichtigung der oben beschriebenen Sachverhalte widerspiegeln. Angesichts der Dynamik der Energiewendepolitik und der auch in diesem Zusammenhang artikulierten Beschleunigung von Planungsverfahren ist allerdings nicht gewährleistet, dass mit den beschriebenen Fällen auch die aktuellsten Anpassungen wiedergegeben sind, oder dass nicht noch weitere kreative Ansätze in den Bundesländern entwickelt wurden.

- **Bayern:** Hochwertige Gestaltungs- und Pflegemaßnahmen auf der Anlagenfläche können als Ausgleichsmaßnahmen anerkannt werden. Derartige Maßnahmen sind in Bayern auszurichten am Biotoptyp „Mäßig extensiv genutztes, artenreiches Grünland“ mit dem Code BNT G212, welcher den Biotopgrundwert W8 (mittel) aufweist. Hinzu kommen Maßnahmen zur landschaftlichen Einbindung. GRZ 0,5 darf bei dieser Zielsetzung nicht überschritten werden, der Modulabstand soll mindestens drei Meter breite besonnte Streifen aufweisen. Autochthones Saatgut ist zu verwenden, es soll insektenfreundlich gemäht oder standortangepasst beweidet werden. Nährstoffreiche Ackerstandorte sind durch geeignete Maßnahmen auszuhegarn. Bei Einhaltung dieser Maßnahmen entsteht im Regelfall auf zuvor intensiv genutzten Acker- und Grünlandbiotopen (BNT A11 / G11), es liegt kein externer Ausgleichsbedarf vor (BayStMWBV 2021:24ff).
- **Mecklenburg-Vorpommern:** Die „Hinweise zur Eingriffsregelung Mecklenburg-Vorpommern“ (HzE, Neufassung 2018) ersetzen die bis dahin geltenden Sonderbestimmungen für PV-Freiflächenanlagen aus 2011 und 2016. Aus spezifisch zu ermittelnden Eingriffsflächenäquivalenten wird regelhaft ein multifunktionaler Kompensationsbedarf ermittelt, dem der Umfang der Kompensationsmaßnahmen - in-

kludiert sind hier auch Maßnahmen aus den Erfordernissen des Arten- und Gebietsschutzes - entsprechen muss. Die grundsätzlich numerische Vorgehensweise wird durch argumentative Bausteine ergänzt. Die Wirkfaktoren Versiegelung und Überbauung werden gleichgesetzt. Als Maßnahme 8.30 wird die Anlage von Grünflächen im Bereich von PV-Freiflächenanlagen beschrieben. Um als Maßnahme anerkannt zu werden, darf GRZ den Wert 0,75 nicht überschreiten. Es darf keine Bodenbearbeitung erfolgen. Maximal zweimal jährlich darf gemäht werden oder alternativ eine Schafbeweidung mit einem Besatz von max. 1,0 GVE erfolgen, jeweils nicht vor dem 1. Juli. Bei der Ermittlung des Kompensationswertes des Grünlandes im Solarpark wird unterschieden zwischen Anlagen mit GRZ bis 0,5 und solchen bis GRZ 0,75. Der jeweilige Ausgangswert des Kompensationsziels, für die PV-Freiflächenanlage zumeist die extensive Mähwiese (Kompensationswert 3) nach Umwandlung eines Ackers (Regenerationswert 1), wird unter Berücksichtigung eines Faktors, der die Einschränkungen am Standort berücksichtigt, gemindert, und zwar in unterschiedlicher Weise für überschirmte Teilflächen und für Zwischenmodulflächen (s. Tab. 3). Im Bereich dieses fiktiven Solarparks wird gleichwohl eine Aufwertung erreicht, so dass externe Maßnahmen entfallen können, es sei denn, sie werden aus artenschutzrechtlichen oder sonstigen Gründen erforderlich.

Tab. 3: Kompensationswerte von allgemeinen Grünland-Zielbiotopen bei der Umwandlung von Acker zu Grünland im Bereich einer PV-Freiflächenanlage gemäß HZE Mecklenburg-Vorpommern (2018)

Kompensationsmaßnahme auf PV-Freiflächenanlage	Kompensationswert	Anlagenteilfläche	Faktor zur Kompensationsminderung
Extensive Mähwiese	3 bis 4	Zwischenmodulfläche bei GRZ bis 0,5	0,8
	3 bis 4	Überschirmte Fläche bei GRZ bis 0,5	0,4
	3 bis 4	Zwischenmodulfläche bei GRZ 0,51 bis 0,75	0,5
	3 bis 4	Überschirmte Fläche bei GRZ 0,51 bis 0,75	0,2
Extensive Weide	2	Zwischenmodulfläche bei GRZ bis 0,5	0,8
	2	Überschirmte Fläche bei GRZ bis 0,5	0,4
	2	Zwischenmodulfläche bei GRZ 0,51 bis 0,75	0,5
	2	Überschirmte Fläche bei GRZ 0,51 bis 0,75	0,2

- Brandenburg:** Die „Vorläufigen Handlungsempfehlungen [...]“ des MLUK (2021) enthalten ebenso wie die aktualisierte „Arbeitshilfe Bebauungsplanung“ (MIL 2022) weitgehend synchronisierte Empfehlungen zur Steuerung der PV-Freiflächenutzung sowie zur vorhabenspezifischen Einzelfallbeurteilung. Zur Projektausgestaltung soll ein Pflege- und Entwicklungskonzept erstellt und ein Monitoring vorgesehen werden. Es werden grundsätzliche Richtungen vorgegeben, z. B. die Extensivierung intensiv landwirtschaftlich genutzter Flächen, die Verwendung gebietseigenen Saatguts, zur Berücksichtigung des Landschaftsbildes, zur Durchlässigkeit der Zauanlagen. Ab 500 Meter Länge sollen 30 bis 50 Meter breite Querungskorridore mit Leitlinienanpflanzungen eingeplant werden. Großflächige Anlagen von 100 bis maximal 200 Hektar sollen gegliedert werden in maximal 20 Hektar große Modulfelder. Ein Viertel der Anlagenfläche soll dabei nicht mit Modulen überstellt werden, die Randflächen zum Zaun mindestens drei Meter breit sein. Die Überstellung mit Modulen in den Solarfeldern soll 40 - 50 Prozent nicht übersteigen. Die

Mahd soll den Vogel- und Insektenschutz berücksichtigen. Eine Kompensation im Geltungsbereich des Plans kann durch Aufwertungsmaßnahmen ermöglicht werden.

- **Schleswig-Holstein:** Die Landesministerien geben im Beratungserlass zu großflächigen PV-Freiflächenanlagen (MIIRIG und MELUND 2021), der eng mit den raumordnerischen Zielen und Grundsätzen der Landesplanung abgestimmt ist, umfangreiche Flächenvorgaben mit dem Ziel, die Anlagen auf geeignete Standorte zu lenken. Die PV-spezifischen Hinweise zur Eingriffsregelung (Kapitel E) geben für die bebauten Anlagenteile vor, Kompensationsmaßnahmen im Verhältnis 1:0,25 herzustellen, wobei Eingrünungsmaßnahmen und größere ungestörte Freiflächen, insbesondere Querungskorridore, angerechnet werden können. Eine Reduzierung der Kompensationsanforderungen bis auf den Faktor 1:0,1 kann ermöglicht werden. Eine Kompensation im Verhältnis 1:1 ist allerdings in bestimmten Fällen, so im Falle der Betroffenheit von Schutzgebieten, hochwertigen Biotopen oder Funktionselementen von besonderer Bedeutung für die Schutzgüter Boden und Wasser, erforderlich. In den Planungsempfehlungen zur Anlagenausgestaltung wird eine kompakte Anordnung gegenüber einer langgezogenen Bandstruktur zur Verringerung von Zäsurwirkungen der Vorzug gegeben. Eine Anlagengröße von 20 Hektar soll nicht überschritten werden, anderenfalls ist ein Raumordnungsverfahren vorzusehen. Der überbaute Flächenanteil ist bei 80 Prozent begrenzt, die Modulzwischenräume sollen naturnah gestaltet und extensiv bewirtschaftet werden. Kleinstflächige Habitats im Solarfeld können für den Artenschutz vorgesehen werden. Alle 1.000 Meter sind freizuhalten Korridore von 40 bis 60 Meter Breite vorzusehen, vorzüglich zur Weiterführung vorhandener Verbundachsen.
- **Baden-Württemberg:** Solarparks werden in Baden-Württemberg recht offensiv im Zusammenhang mit der Ökopunkteverordnung beworben. Für die Planung wird ein „ökologisches Gesamtkonzept“ erwartet, so dass die PV-Freiflächenanlage naturverträglich ausgestaltet wird, letztendlich auch aufgrund der möglichen Aufwertungen auch Ökopunkte generiert werden, die wiederum zur Kompensation von Drittprojekten eingesetzt werden können.

Die Eingriffsregelung ist auch bei derzeit diskutierten Anlagenkonzepten, die unter die besonderen Solaranlagen fallen, anzuwenden, so zum Beispiel für Anlagen der sogenannten „Agri-PV“ oder „Biodiversitäts-PV“. Auch wenn es sich hier um Anlagenkonzepte mit Nutzungssynergien handelt, findet ein Eingriff in den Naturhaushalt statt, der sich negativ auf die Funktionsfähigkeit auswirken kann. Es sind also zumindest die durch die technische Anlage verursachten Wirkungen im Rahmen der Eingriffsregelung zu betrachten und zu bewerten. Die Nutzung der Flächen ist für die Beurteilung der Belange des Naturschutzrechts einer Agri-PV-Anlage zunächst nicht relevant: „Die land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Bodennutzung ist nicht als Eingriff anzusehen, soweit dabei die Ziele des Naturschutzes und der Landschaftspflege berücksichtigt werden. Entspricht die land-, forst- und fischereiwirtschaftliche Bodennutzung den [...] Anforderungen an die gute fachliche Praxis, widerspricht sie in der Regel nicht den Zielen des Naturschutzes und der Landschaftspflege“ (§ 14 Abs. 2 in Verbindung mit § 5 Abs. 2 BNatSchG, siehe auch § 17 Abs. 2 Bundesbodenschutzgesetz). Absichten, die landwirtschaftliche Produktion z. B. im Anschluss rein biologisch auszurichten, liegen in der Entscheidungsfreiheit des jeweiligen Landwirts und beeinflussen die zu beurteilenden Auswirkungen der Anlage nicht.

3.3 Zwischenergebnis

Die Umweltauswirkungen, die mit dem Projekttyp „PV-Freiflächenanlage“ einhergehen, sind insbesondere nach Vorauswahl geeigneter Flächen im Vergleich zu anderen Projekttypen

vergleichsweise wenig komplex und in der Regel gut kompensierbar. Die Schwere des Eingriffs hängt vom Standort und der dortigen Ausgangssituation, der Anlagenkonzeption und der angestrebten Nutzung ab. Die Umweltwirkungen, die durch eine PV-Freiflächenanlage verursacht werden, müssen dabei nicht zwangsläufig nur negativ sein. Ein nicht unerheblicher Teil der Umweltauswirkungen tritt temporär während der Bauphase auf und kann durch Vermeidungsmaßnahmen effektiv reduziert werden. Als Folge einer Extensivierung können auf landwirtschaftlich genutzten Flächen positive Effekte eintreten, beispielsweise auf das Grundwasser oder umliegende Oberflächengewässer dann, wenn die Stoffeinträge aus der Landwirtschaft reduziert werden.

Das Bild, das von einer PV-Freiflächenanlage gezeichnet wird, hängt nicht zuletzt auch von der Perspektive ab: Stehen mögliche Nutzungssynergien im Vordergrund? Maßnahmen oder Anlagenkonfigurationen, die der Vegetation zu Gute kommen, wie zum Beispiel große Reihenabstände, die zu breiten besonnten Modulzwischenreihen führen, können Vorteile für die Vegetationsentwicklung und dennoch negative Effekte auf einzelne Artgruppen z. B. der (Avi-)Fauna haben. Dieses Spannungsfeld zwischen möglichen Werteverlusten, aber auch einer möglichen Aufwertung des Standortes durch die PV-Freiflächenanlage ist Gegenstand der fachlichen Umgangsweise der Eingriffsregelung.

Solar- bzw. PV-Freiflächenanlagen sind ein besonderer technischer Anlagentyp mit sehr geringem Versiegelungsgrad und unterschiedlich stark beeinflussten Vegetationsflächen in der Anlage. Über den unterscheidbaren Grad der technischen Überprägung, beschreibbar über den Abstand der Modulreihen zueinander, davon abhängig Grundflächenzahl etc., können standardisierte Vorgaben für den Umgang im Rahmen der Eingriffsregelung entwickelt werden. Insbesondere bei Konzepten wie der Agri-PV oder der Biodiversitäts-PV ist zu erwarten, dass externe Flächen für die Kompensation des Eingriffs entfallen oder doch deutlich minimiert werden können. Im Gegenteil, derartige Anlagen können im Vergleich der Ausgangswertigkeit des Plangebiets mit den Biotopentwicklungsmöglichkeiten der PV-Freiflächenanlage in der Bilanz sogar eine ökologische Aufwertung erwarten lassen.

4 Bedeutung des Grünlandes in Deutschland

Die Standortfrage wurde im Zuge der politischen Bestrebungen, den Ausbau der erneuerbaren Energien zu beschleunigen, auf Grünlandstandorte – auch in Schutzgebieten – erweitert. In diesem Zusammenhang wurden im Rahmen des Vorhabens verschiedene Ad hoc-Fragestellungen bearbeitet, beispielsweise die Frage, wie groß der Anteil von PV-Freiflächenanlagen auf Grünland ist, welche Auswirkungen von Agri-PV-Anlagen auf Grünlandstandorten zu erwarten sind und ob Agri-PV-Anlagen auf Grünland mit den Schutzziele der verschiedenen Schutzgebietskategorien vereinbar sind. Die intensive Beschäftigung mit Grünlandstandorten in den verschiedenen Zusammenhängen hat dazu geführt, dass das Thema in diesem Umfang Einzug in den Forschungsbericht erhalten hat. Die nachfolgenden vertieften Betrachtungen zum Themenkomplex Grünland sollen aufbereiten, welches Grünland als Standort für PV-Freiflächenanlagen geeignet sein kann und auch ein naturschutzfachliches Aufwertungspotenzial bietet und wann ein Grünland für den Naturschutz unverbaut erhalten bleiben sollte.

Derzeit gibt es einige Forschungsprojekte, die sich mit den hier angesprochenen Themen intensiv befassen. Beispielhaft zu nennen ist das Projekt „Biodiversität im Solarpark - Innovative Konzepte und Aufbau von Demonstratoren zur besseren Vereinbarkeit von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Naturschutz und Landwirtschaft (BIODIV-SOLAR)“, welches unter anderem von der Hochschule Anhalt bearbeitet wird. Die Hochschule Anhalt berichtet regelmäßig auf der Internetseite „offenlandinfo.de“ über Projektergebnisse, aber auch ganz grundlegend über Forschungsergebnisse zu Offenlandlebensräumen. Für die Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU) wird derzeit an der Leibniz Universität Hannover, Institut für Umweltplanung ein Forschungsprojekt "Auswirkungen von Agriphotovoltaik auf die Vogelwelt der Agrarlandschaft“ bearbeitet.

4.1 Definition und Übersicht

Grünland fasst „alle dauerhaften Pflanzengemeinschaften aus Kräutern und Gräsern, die natürlich oder durch Nutzung des Menschen entstanden sind [, zusammen]. Zum Grünland gehören gedüngte und ungedüngte Wiesen und Weiden zur Futtergewinnung, aber auch Mähwiesen zur Biomasse- und Einstreugewinnung, sowie Naturschutzflächen wie Feuchtgrünland, Magerrasen und Streuobstwiesen“ (BfN 2014: 4).

Grünland ist im Ergebnis der abwechslungsreichen Kulturgeschichte der Agrarlandschaft zu meist das Resultat verschiedener landwirtschaftlicher Nutzungsformen vor allem im Zusammenhang mit der Tierhaltung. Eine Vielzahl von standortprägenden und -mitbestimmenden abiotischen und nutzungsabhängigen Faktoren und Einflüsse spielen bei der Ausprägung der Bestände jeweils zusammen. Mit der zunehmenden Intensivierung der Landwirtschaft einerseits und dem Rückzug vor allem aus Grenzertragsstandorten mit der Folge der Zunahme verbuschender Brachflächen, auch der Zunahme der Stallhaltung der Nutztiere hat es vor allem beginnend in den 1960er und 1970er Jahren erhebliche Veränderungen im Grünlandbestand gegeben. Schoof et al. (2020) fassen zusammen, dass tradierte Nutzungssysteme in einer eher kleinteilig, aber hoch vernetzt bewirtschafteten Agrarlandschaft insbesondere in der Form der Grünlandnutzungen ein hohes Maß an Biodiversität aufgewiesen haben, die heute oft nur noch im Kontext spezifischer Naturschutzkonzepte und Förderpolitiken erhalten blieben oder neu entwickelt wurden. Moderne intensive Nutzungsformen auf Grünland wie die maschinelle Ernte, die Bestimmung ungünstiger Schnittzeitpunkte, intensive Tierhaltungsformen führen in der Regel zu artenarmen Beständen und weisen in der Regel keine naturschutzfachlich wertgebenden, seltenen oder gefährdeten Arten auf.

Aus dieser Situation heraus hatte es die „neue Disziplin“ der Landschaftspflege als Aufgabe übernommen, den gewünschten Charakter bestimmter Landschaften zu erhalten und damit

auch zunehmend mehr naturschutzfachliche Zielsetzungen im Sinne der Schaffung und Erhaltung der Biodiversität von Offenlandschaften umzusetzen (u. a. Poschlod 2014). Die Aufgaben der Landschaftspflege übernimmt in vielen Fällen der Vertragslandwirt, so dass auch die naturschutzbezogene Grünlandpflege und -erhaltung häufig eine mehr oder weniger extensive Form der Landwirtschaft im Dienst des Natur- und Landschaftsschutzes ist.

Ein Blick in die Flächenstatistik 2022 zeigt, dass deutschlandweit Dauergrünland mit rund 4,7 Millionen Hektar Fläche einen Anteil von etwa 28,5 Prozent an der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands hat. Davon weist das Statistische Bundesamt aktuell knapp 0,23 Millionen Hektar als ertragsarmes Dauergrünland und knapp 14.000 Hektar als aus der Nutzung genommenes Beihilfe-Grünland aus (Destatis 2022).

Der Flächenanteil variiert regional in erheblichem Umfang. Die jeweiligen naturräumlichen Rahmenbedingungen in den Bundesländern wirken letztendlich bestimmend, so dass ein großes Bundesland wie Bayern nicht nur absolut große landwirtschaftliche Flächenanteile aufweist, sondern darüber hinaus mehr als ein Drittel dieser Fläche als Dauergrünland genutzt wird. Sachsen-Anhalt wiederum, ebenfalls ein Bundesland mit stark landwirtschaftlicher Prägung, hat mit einem hohen Anteil an hochwertigen Ackerböden einen vergleichsweise geringen Dauergrünlandanteil von 14 Prozent aufzuweisen. Durch hohen Waldreichtum und stärkere Anteile an Mittelgebirgsräumen gekennzeichnete Bundesländer wie Baden-Württemberg, Hessen, Rheinland-Pfalz und das Saarland weisen die vergleichsweise höchsten Grünlandanteile auf (UBA 2022a).

Insbesondere in den Berggebieten, in den Flussniederungen und im norddeutschen Küstenhinterland, aber auch in Räumen mit Intensivtierhaltung ist der Grünlandanteil recht hoch und kann die landschaftliche Situation dominieren. Der größte Teil des Dauergrünlandes ist als artenarmes Intensivgrünland anzusprechen und das Ergebnis ausgeprägter intensiver Viehwirtschaft.

- Natürliches Grünland ist ein in Deutschland sehr seltener Biotoptyp. Es handelt sich dabei um häufig überschwemmte Flussniederungen, Teilflächen von Mooren oder alpine Bergwiesen oberhalb der Baumgrenze, deren Standortverhältnisse den Gehölzaufwuchs verhindern.
- Artenreiches Grünland mit hoher bis sehr hoher Naturschutzbedeutung ist regional unterschiedlich stark verbreitet (anteilig etwa sieben bis weniger als 15 Prozent, insbesondere hoch in Schutzgebieten oder in benachteiligten Berggebieten). Das „ertragsarme Grünland“ inklusive der aus der Nutzung genommenen Beihilfelflächen in Deutschland machen etwa 5,2 Prozent des Grünlandes aus. Diese Flächen sind in der Tendenz artenreicher als intensiv genutzte Wiesen und Weiden und weisen regelmäßig eine wenigstens hohe Naturschutzbedeutung auf (vgl. Abb. 9).

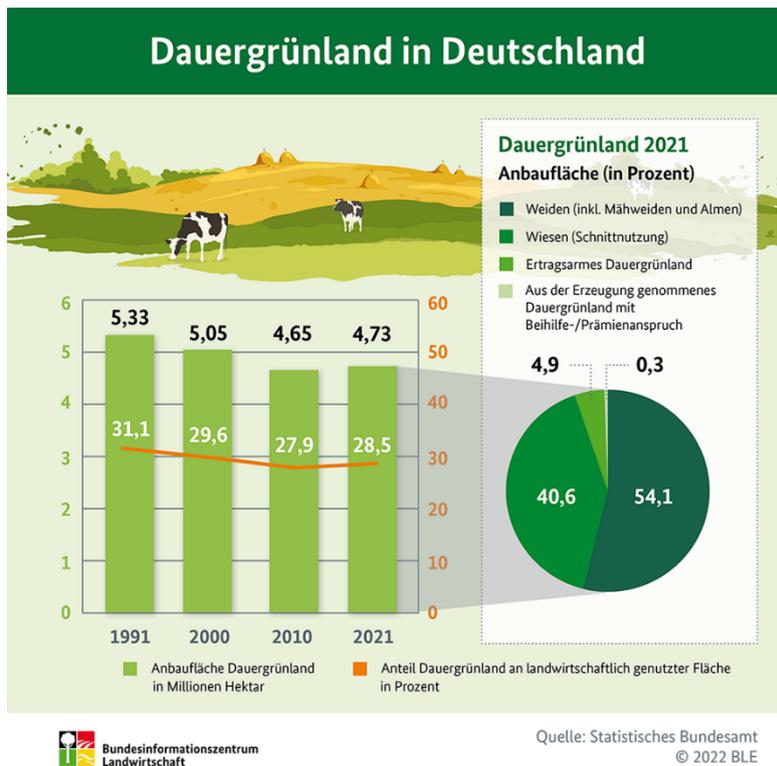


Abb. 9: Entwicklung des Dauergrünlands und Anteil des ertragsarmen Grünlandes in Deutschland (BLE 2022)

4.2 Grünlandgefährdung

Zu Beginn der 1990er Jahre machten die rund 5,3 Millionen Hektar Grünland noch 31,1 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche aus. Durch Grünlandumbruch und den steigenden Bedarf an Siedlungs- und Verkehrsflächen reduzierte sich der Grünlandbestand stetig, bis 2013 nur noch rund 4,6 Millionen Hektar Grünland in Deutschland vorhanden waren. Durch die EU-Agrarreform 2013 konnte der negative Trend gestoppt werden. Der Erhalt von Dauergrünland wurde erstmals als Greening-Maßnahme in die Gemeinsame Agrarpolitik (GAP) aufgenommen. Darüber hinaus ist der Umbruch von Dauergrünland seitdem genehmigungspflichtig oder sogar gänzlich verboten, wenn es sich um besonders schützenswertes Grünland handelt. Um die erforderliche Bewirtschaftung dennoch aufrecht zu erhalten, werden agrarpolitische, monetäre Anreize zur extensiven Nutzung oder Pflege des Grünlands gesetzt.

Seit 2020 unterliegt der Grünlandbestand geringen Schwankungen, der Bestand liegt etwa bei 4,73 Millionen Hektar und hat einen Anteil von 28,5 Prozent an der landwirtschaftlich genutzten Fläche Deutschlands (Abb. 10).

Zu den negativen Landschaftsentwicklungen mit besonderer Relevanz gehören gemäß „Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands“ (Finck et al. 2017) die qualitativen und quantitativen Biodiversitätsverluste beim Grünland. Vor allem Grünlandtypen deren Standorte mittlere bis geringe Nährstoffangebote haben, dauerhaft, extensiv und ggf. zielorientiert angepasst genutzt werden und auf diese Weise häufig eine hohe Artenvielfalt aufweisen, sind naturschutzfachlich von hohem Wert und gleichzeitig hoch gefährdet.

Die vielfältigen Funktionen von Grünland für den Boden- und Gewässerschutz, den Klimaschutz und die Prägung von vielfältigen und auch offenen und weiten Landschaftsbildern rechtfertigen weiterhin besondere Maßnahmen zum Erhalt des Grünlandes generell, aber insbesondere auch in seinen für den Biotop- und Artenschutz relevanten Ausprägungen. Ein

möglichst hoher Grünlandanteil an der Landwirtschaftsfläche trägt auch dazu bei, den Humusanteil der Böden und damit die Funktion als Kohlenstoffsенke zu erhalten und ggf. zu erhöhen.

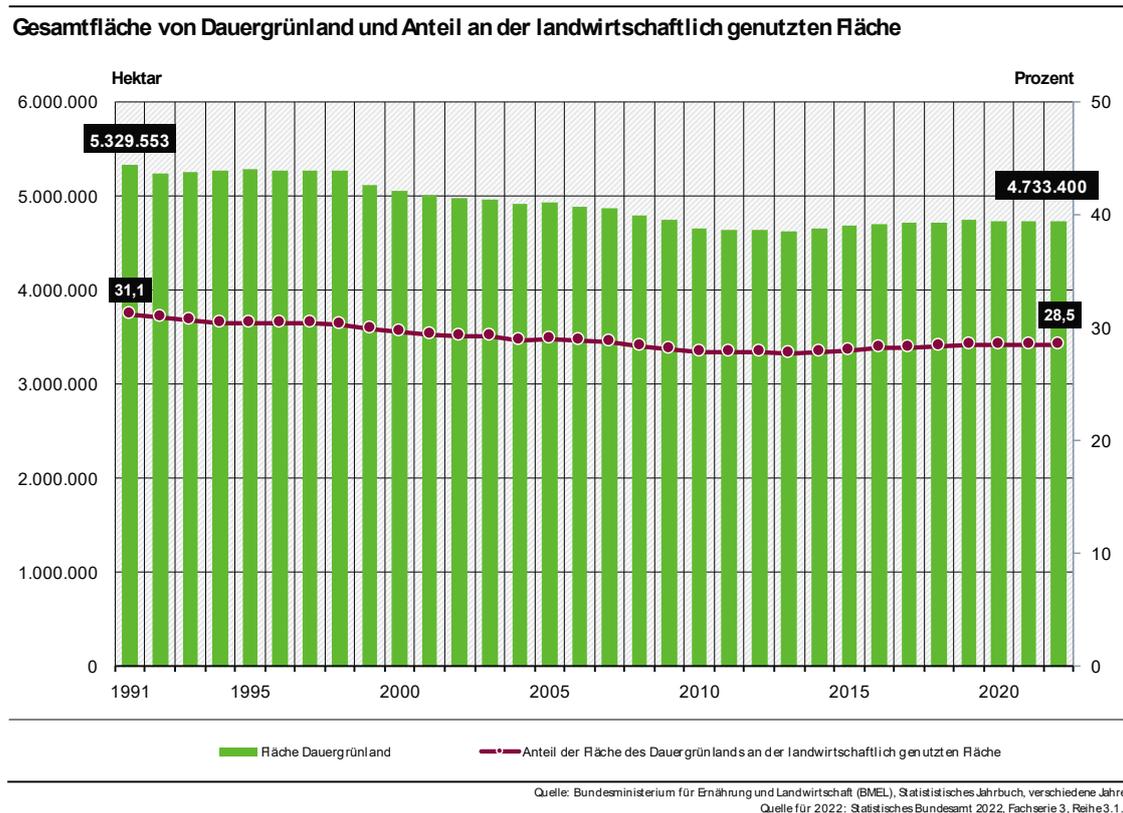


Abb. 10: Dauergrünland – Gesamtfläche und Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland (UBA 2022b).

Von insgesamt 75 Grünlandbiotoptypen der geltenden Roten Liste werden nur zwölf als „ungefährdet“ geführt, dagegen sind über 50 als „mindestens stark gefährdet bis von vollständiger Vernichtung bedroht“. Die Entwicklungstendenzen zwischen 2006 und 2017 sind überwiegend kritisch, d. h. die negativen Tendenzen, die bereits 2006 konstatiert wurden, setzen sich unvermindert fort und gelten inzwischen für 60 Biotoptypen. Betroffen sind u. a. die verschiedenen Typen der Trockenrasen, genutzten Halbtrocken- oder Borstgrasrasen, Steppenrasen, aber auch artenreichen Frischwiesen und -weiden sowie Pfeifengraswiesen bzw. extensiven Feucht- und Nasswiesen. Stabilisieren konnten sich nur die Feucht- bzw. Nassgrünlandbrachen in höheren Lagen. Ein noch 2006 erkannter positiver Trend bei ausgewählten Grünlandtypen scheint sich bis 2017 nicht fortgesetzt zu haben (Finck et al. 2017: 64).

Zu verweisen ist in diesem Zusammenhang auf die Ankündigung der EU-Kommission vom 02.12.2021, aus einem Vertragsverletzungsverfahren heraus eine Klage gegen Deutschland beim Europäischen Gerichtshof einzureichen im Zusammenhang mit dem unzureichenden Schutz und Erhalt von artenreichen Mähwiesen in den ausgewiesenen FFH-Gebieten. Der NABU sieht den Komplettverlust vieler wertvoller Mähwiesen bzw. eine so starke Verschlechterung des Zustandes, dass die typischen Pflanzenarten nicht mehr zu finden sind, auf rund 18.000 Hektar Mähwiesen (NABU 2021, NABU 2014).

Das Bundesamt für Naturschutz hält es zudem für erforderlich, dass „das Umbruchverbot von Dauergrünland in der zukünftigen GAP [Gemeinsame Agrarpolitik] auf die gesamte Natura 2000-Gebietskulisse, also auch die Vogelschutzgebiete, sowie weitere sensible Standorte auch außerhalb von Schutzgebieten ausgeweitet [wird] und der Katalog der gesetzlich geschützten § 30 Biotop im Bundesnaturschutzgesetz um alle Biotoptypen des artenreichen Grünlands ausgeweitet [wird], um diese auch außerhalb der Schutzgebiete sichern zu können.“ (BfN 2020: 24).

4.3 Grünlandschutz

Aufgrund des Artenreichtums – sowohl in floristischer als auch faunistischer Hinsicht - und der vielfältigen Ausprägungen von Grünland in Abhängigkeit der Standortfaktoren und der Nutzungsformen erweist sich das Dauergrünland als schutzwürdig. Insbesondere extensiv genutzte Standorte weisen einen hohen ökologischen Wert auf. Neben dem nationalen Ordnungsrecht ergeben sich Schutzansprüche aus dem europäischen Kontext. Da Grünland regelmäßig durch eine Landnutzung entstanden ist und nur durch die Fortführung der Nutzung oder durch Pflegemaßnahmen erhalten bleibt, ist auch beim Grünlandschutz insbesondere die Landwirtschaft in den Blick zu nehmen.

Zentrale Aspekte des Grünlandschutzes sind die Grünlandumwandlung und der Grünlandumbruch. Es ist zu unterscheiden, ob mit dem Umbruch eine Änderung der Nutzungsart einhergeht oder ob der Umbruch zur Erhaltung oder Erneuerung einer bestehenden Nutzung dient.

4.3.1 Bundesnaturschutzgesetz

Das Bundesnaturschutzgesetz (BNatSchG) hat zum Ziel, Natur und Landschaft aufgrund ihres Eigenwerts und als Grundlage für Leben und Gesundheit des Menschen, auch für zukünftige Generationen, so zu schützen, dass die biologische Vielfalt, die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes, einschließlich der Regenerationsfähigkeit und nachhaltigen Nutzungsfähigkeit der Naturgüter, sowie die Vielfalt, Eigenart und Schönheit und der Erholungswert von Natur und Landschaft dauerhaft gesichert sind (§ 1 Abs. 1 BNatSchG). Um den üblichen Interessenskonflikten zwischen Naturschutz und Landwirtschaft, die durch die Bewirtschaftung der Fläche ausgelöst werden, vorzugreifen, regelt das BNatSchG das Verhältnis: Erfolgt eine Bewirtschaftung der landwirtschaftlichen Flächen nach den Maßstäben der guten fachlichen Praxis, wie sie in § 5 Abs. 2 BNatSchG definiert ist, und werden darüber hinaus die Ziele des Naturschutzes und der Landespflege berücksichtigt, gilt die landwirtschaftliche Bodennutzung in der Regel nicht als Eingriff (§ 14 Abs. 2 BNatSchG) und somit bedarf es auch keiner Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen. Allerdings gilt für den Umbruch von Grünland auf erosionsgefährdeten Hängen, in Überschwemmungsgebieten, auf Standorten mit einem hohen Grundwasserstand und auf Moorstandorten eine Unterlassungspflicht (§ 5 Abs. 2 Nr. 5 BNatSchG). Darüber hinaus gilt die „Landwirtschaftsklausel“ (§ 14 Abs. 2 BNatSchG) nur für die alltägliche Bewirtschaftung, nicht jedoch für „Veränderungen der Landschaft, die eine landwirtschaftliche Nutzung erst ermöglichen oder effektiver gestalten sollen“ (BVerwG 4 B 55.88 Rn. 3 in Schoof et al. (2020)). Die Umwandlung von Grünland in Ackerland stellt regelmäßig eine Veränderung der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen dar, ein Eingriff liegt (nur) dann vor, wenn durch die „Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder [die] Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels“ das Landschaftsbild und die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes erheblich beeinträchtigt werden (§ 14 Abs. 1 BNatSchG). Ob es sich um eine erhebliche Beeinträchtigung der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und des Landschaftsbildes handelt, ist im Einzelfall zu

prüfen. Die Länder haben teilweise weitere Festlegungen zum Grünlandumbruch in ihren Landesgesetzen getroffen.

Auch der Biotopverbund und die verschiedenen Schutzgebiete (§§ 20 bis 30 BNatSchG) dienen mehr oder weniger direkt dem Schutz verschiedener Grünlandbiotope. Die Schutzgebietserklärungen ergehen als Gesetze, Verordnung oder Satzungen, sie können eigene Umwandlungs- und Umbruchsverbote enthalten, wenn das Schutzgebiet ökologisch wertvolle Dauergrünlandbestände umfasst. Darüber hinaus können auch konkrete Vorgaben (Pflichten) zur Beweidung oder Mahd enthalten sein (Schoof et al. (2020): 69). Eine Besonderheit stellen die nach § 30 BNatSchG geschützten Biotope dar, sie sind kraft des Gesetzes unter Schutz gestellt, ohne dass es einer (zusätzlichen) behördlichen Ausweisung bedarf. Bundesweit fallen folgende Biotope unter den Schutz des § 30 Abs. 2 BNatSchG:

- „natürliche oder naturnahe Bereiche fließender und stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer und der dazugehörigen uferbegleitenden natürlichen oder naturnahen Vegetation sowie ihrer natürlichen oder naturnahen Verlandungsbereiche, Altarme und regelmäßig überschwemmten Bereiche,
- Moore, Sümpfe, Röhrichte, Großseggenrieder, seggen- und binsenreiche Nasswiesen, Quellbereiche, Binnenlandsalzstellen,
- offene Binnendünen, offene natürliche Block-, Schutt- und Geröllhalden, Lehm- und Lösswände, Zwergstrauch-, Ginster- und Wacholderheiden, Borstgrasrasen, Trockenrasen, Schwermetallrasen, Wälder und Gebüsche trockenwarmer Standorte,
- Bruch-, Sumpf- und Auenwälder, Schlucht-, Blockhalden- und Hangschuttwälder, subalpine Lärchen- und Lärchen-Arvenwälder,
- offene Felsbildungen, Höhlen sowie naturnahe Stollen, alpine Rasen sowie Schneetälchen und Krummholzgebüsche,
- Fels- und Steilküsten, Küstendünen und Strandwälle, Strandseen, Boddengewässer mit Verlandungsbereichen, Salzwiesen und Wattflächen im Küstenbereich, Seegraswiesen und sonstige marine Makrophytenbestände, Riffe, sublitorale Sandbänke, Schlickgründe mit bohrender Bodenmegafauna sowie artenreiche Kies-, Grobsand- und Schillgründe im Meeres- und Küstenbereich,
- magere Flachland-Mähwiesen und Berg-Mähwiesen nach Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG, Streuobstwiesen, Steinriegel und Trockenmauern.“

Die gesetzlich geschützten Biotope können durch weitere Länderregelungen ergänzt werden, für die die Verbotstatbestände (§ 30 Abs. 2 S. 1) gleichermaßen gelten (§ 30 Abs. 2 S. 2).

Zuletzt wurde die Liste der gesetzlich über § 30 BNatSchG geschützten Biotope im Rahmen der Novellierung „Insektenschutz“ um weitere bedrohte Biotoptypen erweitert, insbesondere um die unter Nr. 7 genannten extensiv bewirtschafteten Biotoptypen „artenreiches mesophiles Grünland“ und „Streuobstwiesen“. Diese waren bereits im Zusammenhang mit Natura 2000 nach §§ 33, 34 BNatSchG sowie §§ 5ff Umweltschadengesetzes (USchadG) in Verbindung mit § 19 BNatSchG sowie teilweise ergänzendem Landesrecht geschützt (BGBl. 2021 I S. 3908).

Das artenreiche Grünland der mittleren, frischen Standorte (Biotoptyp 34.07 der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen) entspricht zwar zu einem wesentlichen Teil den FFH-Lebensraumtypen (LRT) „Magere Flachland-Mähwiesen“ (6510) und „Berg-Mähwiesen“ (6520), um-

fasst aber auch als extensive Dauerweiden bewirtschaftete artenreiche Dauergrünlandbestände, die nicht von der FFH-Richtlinie erfasst werden. Es ist als „stark gefährdet“ bis „von vollständiger Vernichtung bedroht“ (Kategorie 1-2) eingestuft (Finck et al. 2017).

4.3.2 Natura 2000 und FFH-Lebensraumtypen

Der Grünlandschutz ist auch im europäischen Recht (FFH-Richtlinie 92/43/EWG, EU-Biodiversitätsstrategie, Unterziel 1) verankert. Neben den Natura 2000-Gebieten sind die nach der FFH-Richtlinie definierten Lebensraumtypen (LRT) des Offenlandes, insbesondere das naturnahe und halbnatürliche Grünland, wesentlicher Bestandteil des Natura 2000-Netzes.

Dauergrünland kann sowohl als geschützter Lebensraumtyp im Sinne des Anhangs I der FFH-Richtlinie als auch als Habitat für wildlebende Arten, die nach Artikel 4 der Vogelschutzrichtlinie 2009/147/EG bzw. Anhang II der FFH-Richtlinie 92/43/EWG in Natura 2000-Gebieten besonders geschützt sein (Schoof et al. 2020: 74). Der Europäische Gerichtshof hat 2018 in einem Urteil (Urteil vom 07.11.2018-C-461/17) betont, dass das allgemeine Ziel der FFH-Richtlinie – die Gewährleistung eines hohen Schutzniveaus für die Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung – nur erreicht werden kann, wenn ein günstiger Erhaltungszustand der natürlichen Lebensräume und der wildlebenden Tier- und Pflanzenarten erhalten bzw. wiederhergestellt werden kann. Um dieses Ziel zu erreichen, sieht Artikel 6 der FFH-Richtlinie verschiedene Maßnahmen und Prüfverfahren vor, darunter die Verträglichkeitsprüfung für Pläne und Projekte, die nicht unmittelbar mit der Verwaltung des Gebietes in Zusammenhang stehen und erhebliche Beeinträchtigungen auslösen können (Art. 6 Abs. 3 FFH-RL). Der Projektbegriff – siehe dazu auch die Umsetzung in nationales Recht in § 34 Abs. 1 BNatSchG – sollte, so der Europäische Gerichtshof in einem Urteil aus 2018 (Urteil vom 07.11.2018-C-293/17 und C-294/17), weit ausgelegt werden. Auch landwirtschaftliche Bewirtschaftungsmaßnahmen sind daher als Projekt anzusehen. Pflegeumbrüche und erhebliche Steigerungen der Nutzungsintensität müssen daher gemäß § 34 Abs. 6 BNatSchG der zuständigen Behörde vor der Umsetzung angezeigt werden, sodass die Behörde die Verträglichkeit – wenigstens im Rahmen einer Vorprüfung – prüfen kann. Die Umwandlung von Dauergrünland stellt im FFH-Kontext ein Projekt dar, für das eine Verträglichkeitsprüfung durchzuführen ist, da erhebliche Beeinträchtigungen des Gebietes bzw. dessen Erhaltungsziele in der Regel nicht pauschal ausgeschlossen werden können, insbesondere unter Berücksichtigung der Kumulation. Maßgeblich für die Beurteilung der Verträglichkeit ist der Erhaltungszustand (Schoof et al 2020: 74).

Auf der europäischen Umwelthaftungsrichtlinie (RL 2044/35/EG) und der Umsetzung in nationales Recht durch § 19 BNatSchG in Verbindung mit dem Umweltschadengesetz (USchadG) unterliegen die FFH-Lebensraumtypen auch außerhalb von Natura 2000-Gebieten einem Schutz. § 19 Abs. 1 BNatSchG besagt, dass „eine Schädigung von Arten und natürlichen Lebensräumen im Sinne des Umweltschadengesetzes [...] jeder Schaden [ist], der erhebliche nachteilige Auswirkungen auf die Erreichung oder Beibehaltung des günstigen Erhaltungszustands dieser Lebensräume oder Arten hat.“ Arten im Sinne des Absatzes 1 sind solche, die in Art. 4 Abs. 2 oder Anhang I der Vogelschutzrichtlinie (RL 2009/147/EG) oder in den Anhängen II und IV der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG) aufgeführt sind (§ 19 Abs. 2 BNatSchG). Als natürliche Lebensräume gelten Lebensräume der Arten, die in Art. 4 Abs. 2 oder Anhang I der Vogelschutzrichtlinie (RL 2009/147/EG) oder in Anhang II der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG) aufgeführt sind sowie natürliche Lebensraumtypen von gemeinschaftlichem Interesse (vgl. Anhang I RL 92/43/EWG) und Fortpflanzungs- und Ruhestätten der in Anhang IV der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG) gelisteten Arten (§ 19 Abs. 3 BNatSchG).

Tab. 4: Grünland-FFH-Lebensraumtypen des Anhang I der FFH-Richtlinie und Zustand (BfN 2020, Anhang)

Zustand der Lebensräume (FFH-Bericht 2019)		Norddeutsches Tiefland		Ost- und Süddeutschland		Alpen	
Code	Grünland	Erhaltungszustand	T	Erhaltungszustand	T	Erhaltungszustand	T
6110*	Basenreiche oder Kalk-Pionierrasen	schlecht	-	unzureichend	-	keine Vorkommen	
6120*	Subkontinentale basenreiche Sandrasen	schlecht	-	schlecht	-	keine Vorkommen	
6130	Schwermetallrasen	unzureichend	-	unzureichend	-	keine Vorkommen	
6150	Boreo-alpines Grasland auf Silikatböden	keine Vorkommen		günstig	-	unzureichend	=
6170	Alpine und subalpine Kalkrasen	keine Vorkommen		keine Vorkommen		unzureichend	=
6210*	Kalk-(Halb-)Trockenrasen und ihre Verbuschungsstadien (*orchideenreiche Bestände)	schlecht	-	schlecht	-	unzureichend	=
6230*	Artenreiche Borstgrasrasen	schlecht	-	unzureichend	-	unzureichend	-
6240*	Steppenrasen	unzureichend	-	schlecht	-	keine Vorkommen	
6410	Pfeifengraswiesen	schlecht	-	schlecht	-	günstig	=
6430	Feuchte Hochstaudenfluren	schlecht	-	unzureichend	-	günstig	=
6440	Brenndolden-Auenwiesen	schlecht	-	schlecht	-	keine Vorkommen	
6510	Magere Flachland-Mähwiesen	schlecht	-	schlecht	-	schlecht	-
6520	Berg-Mähwiesen	keine Vorkommen		schlecht	-	unzureichend	-

T = Trend

Gerade extensiv genutztes artenreiches Grünland besitzt eine besonders hohe Bedeutung für den Erhalt der biologischen Vielfalt in Deutschland und hat auch einen großen landschaftskulturellen Wert (NABU 2014). Der NABU beklagt bereits seit längerem unter Bezugnahme auf die Erkenntnisse des Bundesamtes für Naturschutz aus 2014 Vollzugsdefizite und Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot beim Natura 2000-Grünlandsschutz in Deutschland. Materialien in Bezug auf das Vertragsverletzungsverfahren und das in der Folge von der EU-Kommission 2021 angekündigte Klageverfahren beim Europäischen Gerichtshof geben eingehend darüber Auskunft. Die jüngsten einschlägigen Erkenntnisse sind mit dem Bericht zur Lage der Natur 2020 (BfN 2020) sowie der Zustandseinschätzung der Lebensräume in den FFH-Gebieten aus dem Anhang veröffentlicht. Einen Auszug daraus enthält Tab. 4.

4.3.3 Besonderer Artenschutz

Der besondere Artenschutz (§ 44 BNatSchG) kann indirekt auch den Grünlandsschutz befördern, sofern Grünland ein Habitat für besonders oder streng geschützte Arten im Sinne des

§ 7 Abs. 2 Nr. 13 und 14 BNatSchG darstellt. Durch die Umwandlung von Dauergrünland können Standorte besonders geschützter Pflanzenarten und Fortpflanzungs- und Ruhestätten besonders geschützter Tierarten beschädigt oder zerstört werden, einzelne Individuen könnten darüber hinaus bei der Umwandlung getötet oder verletzt werden. Auch erhebliche Störungen sind möglich. § 44 Abs. 4 BNatSchG regelt, dass eine ordnungsgemäße Bodennutzung und Verwertung der dabei gewonnenen Erzeugnisse nicht gegen die Zugriffs-, Besitz- und Vermarktungsverbote verstößt, wenn die in § 5 BNatSchG genannten Anforderungen an die gute fachliche Praxis entspricht. Dies gilt jedoch nicht, wenn Arten des Anhangs IV der FFH-Richtlinie (RL 92/43/EWG) oder europäische Vogelarten oder solche Arten, die in einer Rechtsverordnung nach § 54 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG aufgeführt sind, betroffen sind. Für diese Arten gelten diese Freistellung nur, wenn der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art durch die Bewirtschaftung nicht verschlechtert wird (Schoof et al. 2020: 83).

4.3.4 Wasserhaushaltsgesetz

Auch das Wasserhaushaltsgesetz (WHG) enthält Regelungen, die dem Schutz von Grünland dienen. In § 38 Abs. 4 Nr. 1 WHG ist geregelt, dass ein grundsätzliches Umwandlungsverbot von Grünland innerhalb von fünf Meter, teilweise zehn Meter breiten Gewässerrandstreifen gilt. Maßnahmen zur Gefahrenabwehr sind weiterhin zulässig (§ 38 Abs. 4 S. 2 WHG), ebenso ist eine widerrufliche Befreiung gemäß § 38 Abs. 5 BNatSchG aus überwiegenden Gründen des Allgemeinwohls oder im Fall einer unzumutbaren Härte möglich.

§ 78a Abs. 1 Nr. 7 WHG regelt ein Umwandlungsverbot von Grünland in festgesetzten Überschwemmungsgebieten (direkt bzw. explizit); bestimmte Handlungen sind jedoch privilegiert, weiterhin sind Ausnahmen nach § 78a Abs. 2 WHG möglich. Es handelt sich bei dieser Regelung um einen mittelbaren Schutz von Dauergrünland durch explizites Umwandlungsverbot zum Schutz von Überschwemmungsgebieten. In § 78d Abs. 4 WHG ist eine Genehmigungspflicht für die Umwandlung von Grünland in Hochwasserentstehungsgebieten beschrieben. Die Paragraphen 38 und 78 WHG erfassen dabei jegliches Grünland, auch wenn es jünger als fünf Jahre und daher kein Dauergrünland ist.

4.3.5 Agrarpolitik

Die bisher geltenden „Cross Compliance“-Vorschriften und „Greening“-Auflagen wurden durch die neue Konditionalitäten-Verordnung der gemeinsamen Agrarpolitik (GAP) 2023 abgelöst. Die Konditionalitäten bauen auf zwei Säulen auf, den Grundanforderungen an die Betriebsführung (GAB) und den Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen (GLÖZ). Während die GAB überwiegend auf bestehendem Fachrecht (insbesondere Düngegesetz, Pflanzenschutzgesetz, Bundes-Bodenschutzgesetz, Bundesnaturschutzgesetz) aufbauen, handelt es sich bei den GLÖZ-Standards um von der EU selbst gesetzte Ziele.

Insgesamt wurden neun GLÖZ-Maßnahmen definiert¹¹:

- GLÖZ 1: Erhalt von Dauergrünland,
- GLÖZ 2: Mindestschutz von Feuchtgebieten und Torfmooren,
- GLÖZ 3: Verbot des Abbrennens von Ackerstoppen/Stoppelfeldern,
- GLÖZ 4: Schaffung von Pufferzonen entlang von Wasserläufen,

¹¹ Der Wortlaut der Bezeichnung der GLÖZ-Maßnahmen variiert je nach Quelle, die Inhalte der Maßnahmen sind jedoch identisch.

- GLÖZ 5: Bodenbearbeitung zur Begrenzung von Erosion,
- GLÖZ 6: Mindestanforderungen an Bodenbedeckung in den sensibelsten Zeiten,
- GLÖZ 7: Fruchtwechsel auf Ackerland,
- GLÖZ 8: Stilllegung, Mindestanteil nicht-produktiver Flächen und Landschaftselemente an Ackerflächen und
- GLÖZ 9: Umweltsensibles Dauergrünland.

Die sogenannten „Öko-Regelungen“ (Eco-Schemes) gehen noch über die Leistungen der Konditionalität hinaus, sie sind freiwillig und werden gesondert vergütet, ihre Laufzeit beträgt jedoch in der Regel nur ein Jahr. Deutschland hat sieben Öko-Regelungen festgelegt. Auch die Extensivierung von Dauergrünland (Eco-Scheme 4) und die Ausrichtung einer Grünlandextensivierung auf mindestens vier regionale Kennarten (Eco-Scheme 5) zählen zu den Maßnahmen der Öko-Regelungen (vgl. § 20 GAP-Direktzahlungen-Gesetz i. V. m. § 17 GAP-Direktzahlungen-Verordnung und Nr. 4 und 5 der Anlage 5 zur GAP-Direktzahlungen-Verordnung). Die regionalen Kennarten werden dabei jeweils von den Bundesländern definiert.

Auch die Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen (AUKM) sind weiterhin Bestandteil der freiwilligen Maßnahmen, die gefördert werden. Die AUKM werden jedoch von den Bundesländern festgelegt, sie können sich also im Gegensatz zu den GLÖZ-Standards und den Öko-Regelungen/Eco-Schemes von Bundesland zu Bundesland unterscheiden. In Niedersachsen, Hamburg und Bremen teilen sich beispielsweise die insgesamt 23 AUKM auf sieben verschiedene Förderschwerpunkte auf (MU/ML 2022).

Dauergrünland

Gemäß § 7 GAP-Direktzahlungen-Verordnung (GAPDZV) umfasst der Begriff Dauergrünland Flächen, die *„auf natürliche Weise durch Selbstaussaat oder durch Aussaat zum Anbau von Gras oder anderen Grünfütterpflanzen genutzt werden“* und seit mindestens fünf Jahren weder gepflügt worden noch Bestandteil der Fruchtfolge sind (vgl. § 7 Abs. 1 GAPDZV). Als Gras oder Grünfütterpflanzen gelten alle krautigen Pflanzen, die üblicherweise Teil von Saatgutmischungen für Wiesen und Weideland sind oder herkömmlicherweise in natürlichem Grünland anzutreffen sind. Ausgenommen sind Gras oder Grünfütterpflanzen, die zur Erzeugung von Saatgut angebaut werden, Gras, das zur Erzeugung von Rollrasen angebaut wird und Leguminosen in Reinsaat oder in Mischungen, wenn die Leguminosen vorherrschen (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 1 GAPDZV). Die Gattungen *Juncus* und *Carex* zählen ebenfalls als Gras oder Grünfütterpflanzen, wenn sie auf der Fläche nicht vorherrschend gegenüber Gras und Grünfütterpflanzen im Sinne des § 7 Abs. 2 Nr. 1 sind (vgl. § 7 Abs. 2 Nr. 2 GAPDZV). Gemäß § 7 Abs. 3 umfasst Dauergrünland auch weitere Pflanzenarten als Gras oder Grünfütterpflanzen, sofern diese abgeweidet werden können und die originären Gras- und Grünfütterpflanzenarten auf der Fläche vorherrschen. Zu den weiteren Pflanzenarten zählen beispielsweise Sträucher und Bäume. Gras und Grünfütterpflanzen herrschen dann vor, wenn sie mehr als 50 Prozent der Fläche des Dauergrünlandes einnehmen (vgl. § 7 Abs. 3 GAPDZV). Als Dauergrünland zählen auch Flächen, die mit anderen Pflanzenarten im Sinne des Absatzes 3 bedeckt sind, wenn Gras und Grünfütterpflanzen in Weidegebieten traditionell nicht vorherrschen oder vorkommen und die Flächen Teil eines etablierten lokalen Bewirtschaftungsverfahrens sind. Als etablierte lokale Bewirtschaftungsverfahren gelten:

- traditionelle Beweidungspraktiken, die auf den betreffenden Flächen gemeinhin angewendet werden (§ 7 Abs. 7 Nr. 1 GAPDZV),
- traditionelle Mahdnutzungen (§ 7 Abs. 7 Nr. 2 GAPDZV),

- Praktiken, die von Bedeutung sind für
 - den Erhalt der in Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG des Rates genannten Lebensraumtypen und der in den Anhängen II und IV dieser Richtlinie genannten Arten oder (§ 7 Abs. 7 Nr. 3 Buchstabe a GAPDZV)
 - den Erhalt der Lebensräume der unter die Richtlinie 2009/147/EG des Europäischen Parlaments und des Rates fallenden Arten oder (§ 7 Abs. 7 Nr. 3 Buchstabe b GAPDZV)
- Kombinationen der in den Nummern 1 bis 3 genannten Praktiken (§ 7 Abs. 7 Nr. 4 GAPDZV).

Unter das Dauergrünland fallen auch Flächen, die

- nach § 5 Absatz 1 Satz 2 Nummer 3 des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes als Dauergrünland neu angelegt worden sind oder werden (§ 7 Abs. 8 Nr. 1 GAPDZV),
- nach einer Verordnung auf Grund des § 9 Absatz 5 des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes in Dauergrünland rückumgewandelt worden sind oder werden (§ 7 Abs. 8 Nr. 2 GAPDZV),
- nach einer Verordnung auf Grund des § 12 Absatz 8 des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes in Dauergrünland rückumgewandelt worden sind oder werden (§ 7 Abs. 8 Nr. 3 GAPDZV),
- nach einer der in Absatz 6 Nummer 4 genannten Grundlagen einer Verpflichtung zur Umwandlung in Dauergrünland unterliegen und mit Gras oder anderen Grünfütterpflanzen angesät worden sind oder werden (§ 7 Abs. 8 Nr. 4 GAPDZV) oder
- nach den Vorschriften über die Erhaltung von Dauergrünland bei der Zahlung für dem Klima- und Umweltschutz förderliche Landbewirtschaftungsmethoden zur Durchführung von Titel III Kapitel 3 der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 in der jeweils geltenden Fassung angelegt oder rückumgewandelt worden sind oder werden und als Dauergrünland gelten (§ 7 Abs. 8 Nr. 5 GAPDZV).

Gemäß § 7 Abs. 9 GAPDZV fallen auch Streuobstwiesen unter das Dauergrünland, sofern die begrünte Fläche die Voraussetzungen der Begriffsbestimmung Dauergrünland erfüllt.

In § 7 Abs. 6 GAPDZV heißt es: „Für die Zählung der Jahre bis zum Entstehen von Dauergrünland werden solche Jahre nicht berücksichtigt, in denen

- Ackerland dem GLÖZ-Standard des § 11 des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes unterlag und mit Gras oder anderen Grünfütterpflanzen begrünt war,
- Ackerland der freiwilligen Verpflichtung zur Einhaltung der Öko-Regelung nach § 20 Absatz 1 Nummer 1 Buchstabe a des GAP-Direktzahlungen-Gesetzes unterlag und mit Gras oder anderen Grünfütterpflanzen begrünt war,
- bei Ackerland ein Anspruch auf die Zahlung für dem Klima- und Umweltschutz förderliche Landbewirtschaftungsmethoden als im Umweltinteresse genutzte Fläche im Sinne des Artikels 46 Absatz 2 Buchstabe a der Verordnung (EU) Nr. 1307/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 mit Vorschriften über Direktzahlungen an Inhaber landwirtschaftlicher Betriebe im Rahmen von Stützungsregelungen der Gemeinsamen Agrarpolitik und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 637/2008 des Rates und der Verordnung (EG) Nr. 73/2009 des Rates (ABl. L 347 vom 20.12.2013, S. 608) in der für das jeweilige Jahr geltenden Fassung bestand oder

- kein Fall des Absatzes 8 Nummer 4 vorliegt und Ackerland einer Verpflichtung zur Nutzung mit Gras oder anderen Grünfütterpflanzen unterlag
 - im Rahmen einer Agrarumweltmaßnahme nach den Artikeln 22 bis 24 der Verordnung (EG) Nr. 1257/1999 in der für den Zeitpunkt der Verpflichtung geltenden Fassung,
 - im Rahmen einer Agrarumweltmaßnahme nach Artikel 39 der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 in der für den Zeitpunkt der Verpflichtung geltenden Fassung,
 - im Rahmen einer Agrarumwelt- und Klimamaßnahme nach Artikel 28 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 in der für den Zeitpunkt der Verpflichtung geltenden Fassung,
 - im Rahmen einer freiwilligen Umwelt-, Klima- oder anderen Bewirtschaftungsverpflichtung nach der ELER-Regelung in der für den Zeitpunkt der Verpflichtung geltenden Fassung oder
 - im Rahmen einer staatlich finanzierten freiwilligen Maßnahme, die mit den Vorgaben der in den Buchstaben a bis d genannten im Zeitpunkt der Verpflichtung jeweils geltenden Grundlage im Einklang stand.“

Grünlandumbruch / Grünlanderhaltung

Mit dem Inkrafttreten der GAP 2023 ergeben sich auch geringfügige Änderungen in Bezug auf den Grünlandumbruch. Im Gegensatz zu den Regelungen der vorangegangenen Förderperiode wurden auch Flächen in Vogelschutzgebieten mit Dauergrünland, das bereits am 01. Januar 2015 diesen Status inne hatte, in die Kategorie des umweltsensiblen Dauergrünlandes aufgenommen. Das Umwandlungs- und Pflugverbot gilt somit regulär auch für diese Gebiete, sofern die Länder nicht von der Möglichkeit, Ausnahmen per Rechtsverordnung zu ermöglichen, Gebrauch machen.

Des Weiteren wurde der Umbruch von Dauergrünland, das diesen Status erst nach dem 01. Januar 2021 erhalten hat, erleichtert: für diese Flächen ist nun keine Genehmigung mehr erforderlich, eine einfache Anzeige bei der zuständigen Behörde genügt. Sofern das Dauergrünland durch Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen entstanden ist, bleibt der Ackerstatus der Fläche erhalten, eine Umwandlung ist mit entsprechender Genehmigung möglich, ohne dass Ersatzgrünland angelegt werden muss, auch wenn das Dauergrünland bereits vor dem 01. Januar 2015 entstanden ist.

In Abb. 11 ist schematisch dargestellt, wann die Umwandlung von Dauergrünland eine Genehmigung und ggf. den zusätzlichen Ersatz von Grünland erfordert und unter welchen Umständen eine Genehmigung versagt wird beziehungsweise das Umwandlungs- und Pflugverbot gilt. Es ist dabei anzunehmen, dass die Regelungen zum Grünlandumbruch auch dann Bestand haben, wenn eine Agri-PV-Anlage auf Grünland errichtet werden soll.

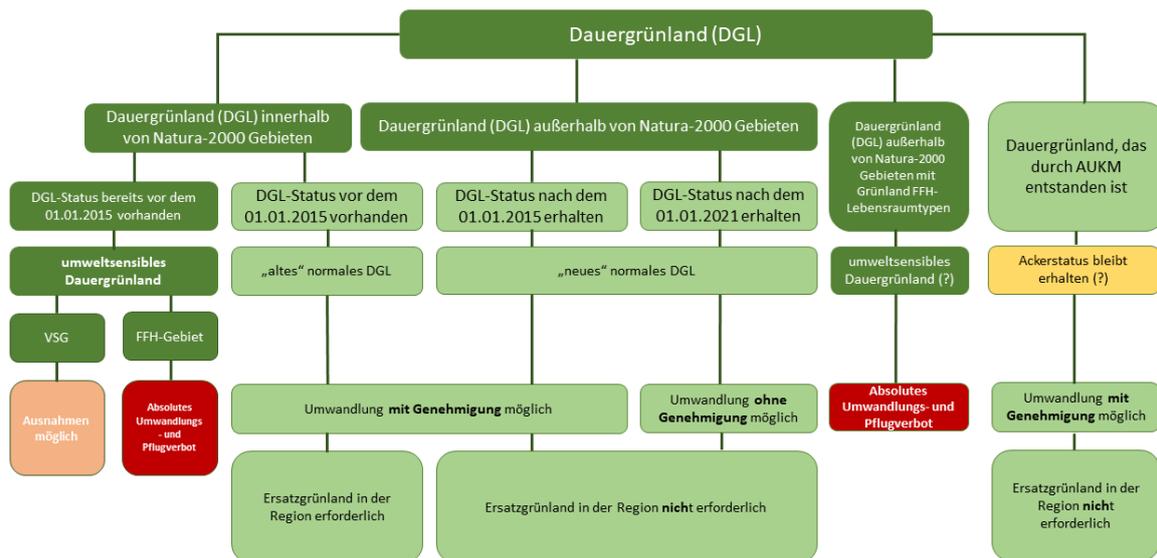


Abb. 11: Regelungen zum Schutz von Dauergrünland (eigene Abbildung in Anlehnung an Sander (2021), angepasst an die GAP 2023)

Umweltsensibles Dauergrünland

Als umweltsensibles Dauergrünland gelten im Sinne des GAP-Konditionalitäten-Gesetzes und der GAP-Konditionalitäten-Verordnung Flächen, die bereits zum 01. Januar 2015 Dauergrünland waren und in einem Flora-Fauna-Habitat- oder Vogelschutzgebiet liegen (§ 12 Abs. 1 GAP-Konditionalitäten-Gesetz (GAPKondG)).

Umweltsensibles Dauergrünland ist im Landwirtschaftsrecht strenger vor Umbruch geschützt, als „normales“ Dauergrünland. Dabei ist jedoch nicht der ökologische Wert ausschlaggebend, sondern allein der Standort und das Alter des Dauergrünlandes. Umweltsensibles Dauergrünland darf weder gepflügt noch umgewandelt werden (§ 12 Abs. 3 GAP-KondG). Die Landesregierungen werden ermächtigt, durch Rechtsverordnung Ausnahmefälle für Vogelschutzgebiete zu definieren, wodurch das Dauergrünland einzelner Gebiete oder Teilgebiete aus Gründen des Umwelt- und Naturschutzes, aus Gründen des Pflanzenschutzes, um die Errichtung einer baulichen Anlage zu ermöglichen, im Rahmen der Flurneuordnung, aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses oder anderen wichtigen Gründen nicht als umweltsensibel gilt. Dem dürfen jedoch keine Belange des Umwelt-, Natur- oder Klimaschutzes entgegenstehen (§ 12 Abs. 5 GAPKondG).

Flächen, die am 01.01.2015 Gegenstand waren

- einer Stilllegung nach Verordnung (EWG) Nr. 2078/1992 des Rates vom 30. Juni 1992 für umweltgerechte und den natürlichen Lebensraum schützende landwirtschaftliche Produktionsverfahren (ABl. L 215 vom 30.7.1992, S. 85) in der jeweils geltenden Fassung,
- einer Umwandlung von Ackerland zu Grünland nach Artikel 39 der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 oder
- einer Beibehaltung von Grünland, das durch Umwandlung von Ackerland in Grünland entstanden ist und seither fortlaufend Gegenstand einer Verpflichtung nach der Unionsregelung oder den nachstehend genannten Vorschriften ist
 - der Verordnung (EWG) Nr. 2078/1992,

- den Artikeln 22 bis 24 der Verordnung (EG) Nr. 1257/1999,
- Artikel 39 der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 oder
- Artikel 28 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013

gelten nicht als umweltsensibles Dauergrünland im Sinne des § 12 Abs. 1 GAPKondG (vgl. § 12 Abs. 2 GAPKondG).

Einen ähnlich hohen Schutz wie das umweltsensible Dauergrünland erfährt auch Dauergrünland, das Grünland-FFH-Lebensraumtypen enthält und sich außerhalb der gelisteten FFH-Gebiete gemäß Art. 4 Absatz 2 Unterabsatz 3 der Richtlinie 92/43/EWG befindet. Für diese Standorte gilt ebenfalls das Umwandlungs- und Pflugverbot (§ 5 Abs. 5 GAPKondG i. V. m. § 12 Abs. 3 GAPKondG). Allerdings sind entsprechende Dauergrünland-FFH-Lebensraumtypen nicht bundeseinheitlich außerhalb von FFH-Gebieten erfasst.

4.4 Landwirtschaft und Grünland

Das Grünland oder auch Grasland ist heutzutage ein typischer Bestandteil der offenen Kulturlandschaft. Die meisten Grünlandgesellschaften, die heute als schützenswert erachtet werden, sind durch die vielfältigen anthropogenen Nutzungen und Einflüsse entstanden (Dierschke & Briemle 2002). Dabei standen in den letzten zwei Jahrhunderten selten Nachhaltigkeitsaspekte im Vordergrund, sodass stellenweise die maßvolle Nutzung der Landschaft zu einer ausbeuterischen Nutzung geworden ist. Die Vorstellungen und Nutzungsansprüche von Landwirtschaft und Naturschutz gehen weit auseinander. Während in der Landwirtschaft oftmals ein hoher Biomasseertrag und eine hohe Qualität sowie ein hoher Energiegehalt des Viehfutters im Vordergrund stehen, ist es Wunsch des Naturschutzes, die Nutzungen zu extensivieren, um die Artenvielfalt zu schützen und gegen die Biodiversitätsrückgang anzukämpfen. Viele der schutzwürdigen Pflanzengesellschaften oder FFH-Lebensraumtypen konnten sich erst durch anthropogene Nutzungen und Einflüsse in unseren Breiten etablieren und halten. Doch der Strukturwandel und die „Industrialisierung der Landwirtschaft“ führen zu einer Verarmung und Monotonisierung der Landschaft.

In der Landwirtschaft werden Dauergrünland und Wechselgrünland unterschieden. Beim Dauergrünland handelt es sich im landwirtschaftlichen Sinne um Flächen, die durch Einsaat oder Selbstaussaat zum Anbau von Gräsern oder anderen Grünfütterpflanzen für mindestens fünf aufeinanderfolgende Jahre genutzt werden. Wechselgrünland hingegen beschreibt Flächen, die wenige Jahre als Weide oder Wiese und im Wechsel mit einjährigen Ackerfrüchten genutzt werden. Die nachfolgenden Ausführungen beziehen sich auf das landwirtschaftlich genutzte Dauergrünland.

Weiterhin wird zwischen einer Nutzung als Wiese (mit Schnittnutzung) oder als Weide differenziert. Bei der Beweidung wird zwischen Stand- und Portionsweiden unterschieden, die Intensität ergibt sich durch die Besatzdichte, oft in Großvieheinheiten angegeben, und den Einsatz von Düngemitteln. Grundsätzlich gilt die Beweidung als älteste Form der landwirtschaftlichen Grünlandnutzung. Im Unterschied zur Mahd frisst das Weidevieh jedoch selektiv, sodass einzelne Arten verschmäht werden, während andere (schmackhaftere) Arten (zu) stark verbissen werden. Bei der Schnittnutzung kommt es einerseits auf den oder die Zeitpunkte im Jahr an, an denen die Wiesen gemäht werden, und andererseits auf die weitere Verarbeitung als Heu, Heulage oder Silage sowie auf die verwendete Mähtechnik. Auch Wiesen werden gedüngt, um den Biomasseertrag zu steigern. Der Anspruch der Landwirtschaft an die Futterqualität ist in den vergangenen Jahrzehnten stetig gestiegen. Beispielsweise hat sich die Milchleistung von Kühen in den letzten hundert Jahren etwa vervierfacht, wodurch

auch der Energiebedarf der Tiere massiv gestiegen ist und sich allein durch Gras, Heu und Silage kaum noch decken lässt (Koch 2016).

4.4.1 Weiden

Bei Standweiden kann zwischen ganzjährigen Standweiden, Sommerstandweiden und Winterstandweide unterschieden werden. Durch gezielte Einsaat, Düngemittelgabe und verschiedene Maßnahmen zur Weidepflege (u. a. Schleppen, Entfernung unerwünschter Arten) können Fettweiden etabliert werden, die eine höhere Nutzungsintensität ermöglichen. Die Intensität der Nutzung hängt dementsprechend von der Besatzdichte und dem Einsatz von Düngemitteln ab. Durch die tierischen Exkremente verbleibt ein Großteil der Nährstoffe auf der Fläche, je nach Besatzdichte und Verweildauer kann die Pflanzendecke jedoch durch Tritt stark geschädigt werden. Durch das selektive Fressen des Weideviehs kann es dazu kommen, dass ohne weitere Nachbearbeitung Weidereste verbleiben, die zusätzliche Struktur in die Fläche bringen. In Abhängigkeit der Besatzdichte kann sich im Verlauf der Beweidung ein Mosaik aus stark abgefressenen und kaum verbissenen Bereichen ausbilden, so dass während der gesamten Vegetationsperiode blühende Bestände möglich sind. Darüber hinaus können durch Tritt auf Trampelpfaden oder an Tränken Offenbodenstellen entstehen, die die Strukturvielfalt weiter erhöhen. Davon profitiert auch die Fauna. Die wenig verbissenen „Inseln“ können beispielsweise Insekten als Fortpflanzungsstätte oder Vögeln und Kleinsäugetern als Versteck dienen (Zahn 2014).

Ganzjährige Standweiden eignen sich insbesondere für robuste Weidetiere, die auch geringwertigen Aufwuchs verwerten können, da im Winterhalbjahr naturgemäß mit einem geringeren Nahrungsangebot zu rechnen ist. Bei Sommerstandweiden bleiben die Tiere nur während der Vegetationsperiode – etwa ab März oder April bis zum Spätherbst – auf der Weide. Winterstandweiden werden während der Vegetationsperiode nicht genutzt, also auch nicht gemäht oder beweidet, und können so sehr blütenreiche Bestände ausbilden. Durch die Beweidung im Winter können insbesondere Gehölze und überständige Vegetation reduziert werden. Um die Grasnarbe nicht zu stark zu beschädigen, eignet sich diese Form der Beweidung nur auf trittfesten Weiden in wintermilden Gebieten (ebd.).

Portionsweiden oder auch Umtriebsweiden hingegen werden jeweils nur für einen begrenzten Zeitraum beweidet, doch dafür gegebenenfalls auch mehrmals in der Vegetationsperiode. Die Besatzdichte ist dabei in der Regel höher als bei Standweiden. Die Beweidung kann durch Umtrieb oder Behirtung erfolgen (ebd.). Die Beweidung erfolgt in einer kurzen, intensiven Phase. Bei einer Umtriebsweide verbleibt das Vieh etwa zwei bis zehn Tage auf der Fläche, bis diese abgefressen ist. Bei Portionsweiden sind die abgetrennten Parzellen oder Koppeln oftmals noch kleiner, sodass die Tiere nur ein oder zwei Tage auf den Flächen fressen können. Durch anschließende Dünung sollen sich die abgeweideten Flächen schnell regenerieren. Um eine gute Futterqualität erhalten zu können, müssen intensiv genutzte Weiden innerhalb weniger Jahre regelmäßig neu eingesät werden (Dierschke & Briemle 2002).

4.4.2 Wiesen

Bei Wiesen kann der Aufwuchs als Futter für Wiederkäuer und Pferde verwendet werden oder auf den Flächen wird Biomasse für die energetische Verwertung erzeugt. Eine heute eher seltenere Form der Nutzung sind Streuwiesen, dabei dienen die strohigen Pflanzenteile als Einstreu. Die Mahd findet bei dieser Nutzungsform erst im Spätsommer oder Herbst statt. In Abhängigkeit des Verwendungszwecks, der Nutzungsintensität und der Standorteigenschaften werden unterschiedliche Grünlandzusammensetzungen gewählt oder bestehendes Grünland durch Nachsaat oder neue Einsaat beeinflusst. Soll auf den Flächen Viehfutter

(beispielsweise Heu, Silage oder Heulage) produziert werden, ist einerseits die grundsätzliche Schnittverträglichkeit zu beachten, denn je besser diese ist, desto häufiger kann in der Vegetationsperiode gemäht werden. Andererseits steht die Futterqualität im Fokus, eine Mischung aus Gräsern, Kräutern und Leguminosen oder kleeartigen Futterpflanzen hat sich bewährt, um schmackhaftes und gut bekömmliches Futter, das ausreichend Mineralstoffe und Eiweiß enthält und zudem noch lagerfähig ist, zu erzeugen. Auch der Mahdzeitpunkt hat einen relevanten Einfluss auf die Futterqualität (BLE 2023b).

Für die energetische Verwertung wird überwiegend Grassilage genutzt. Maßgeblich für den Energieertrag bzw. die Gasmenge ist die Energiedichte des Mahdguts, sodass vor allem intensivbewirtschaftete Grünlandflächen für die energetische Verwertung in Frage kommen.

Im Gegensatz zur Beweidung handelt es sich bei der Mahd um einen plötzlichen Einschnitt, der alle Pflanzenarten in gleicher Höhe betrifft – es findet also keine Selektion statt. Die Mahdverträglichkeit von Graslandpflanzenarten (s. Abb. 12) wurde in einer neunstufigen Skala eingeordnet (Briemle et al 2001 in Dierschke & Briemle 2002). Es zeigt sich, dass über die Hälfte der 445 betrachteten Arten als schnittempfindlich gelten. Nur etwa zehn Prozent der Arten vertragen einen Schnitt gut. Daraus lässt sich ableiten, dass eine intensive Schnittnutzung zu einer Reduktion des Artenpotenzials führt. Aus ökonomischer Sicht ist es daher nachvollziehbar, dass gut schnittverträgliche Pflanzen bevorzugt und durch Einsaat in bestehende Bestände eingebracht werden.

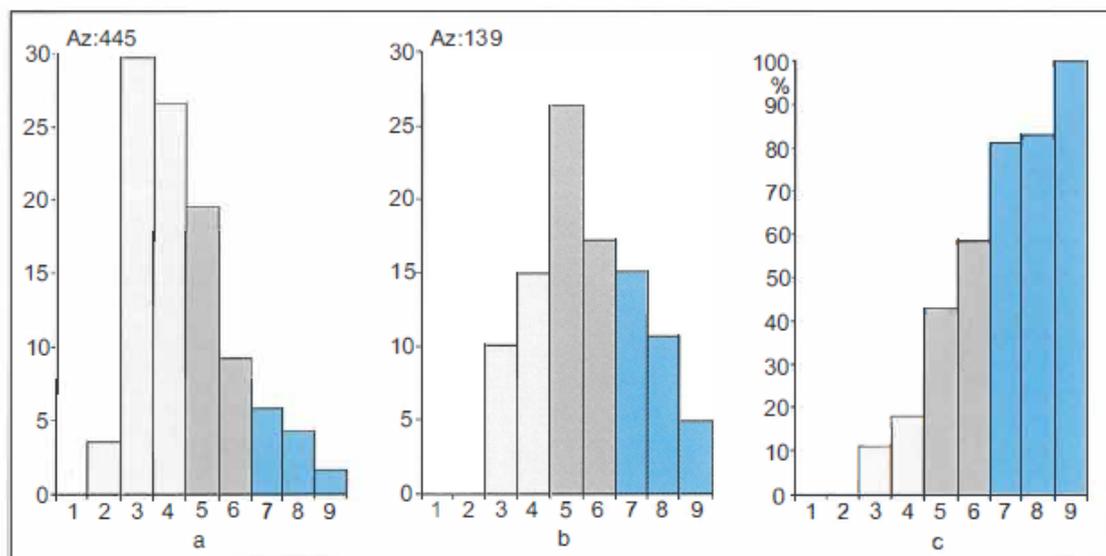


Abb. 12: Anteil von 445 Graslandarten an verschiedenen Stufen der Mahdverträglichkeit, von 1/2 = unverträglich bis 9 = überaus verträglich. a) alle Graslandarten; b) Arten des Kulturgraslandes; c) Kulturgraslandarten einer Stufe (b) im Bezug zur Gesamtartenzahl der Stufe a). (Dierschke & Briemle (2002): S. 45, Abbildung 35)

Die Nutzungsintensität hängt einerseits von der Anzahl der Schnitte pro Jahr ab, andererseits nehmen die Standorteigenschaften, der Düngemiteleinsatz sowie weitere Maßnahmen (z. B. Einsaat) einen großen Einfluss auf die Vegetation.

Die Mahd wirkt sich aber nicht nur auf die Vegetation aus, sondern auch auf die Fauna, insbesondere auf Insekten, Vögel sowie Klein- und Mittelsäuger. Neben dem Mahdzeitpunkt spielen vor allem die Mahdrichtung und das Mahdmuster eine große Rolle, wenn es darum geht das Tötungs- und Verletzungsrisiko zu reduzieren. Aber auch das verwendete Mähwerk (z. B. Kreiselmäher, Balkenmäher, usw.), die Arbeitsgeschwindigkeit und die Schnitthöhe wirken sich darauf aus (van de Poel & Zehm 2014).

4.4.3 Nutzungsintensität

Die Nutzungsintensität von Grünland lässt sich in drei Kategorien unterteilen: produktives Grünland beziehungsweise Intensivgrünland, Extensivgrünland und Biotopgrünland. Aus landwirtschaftlicher Sicht ist die Nutzungsintensität eng mit ökonomischen Parametern verknüpft. Ein intensiv genutztes oder produktives Grünland, ist von ökonomischer Bedeutung für den Betrieb. Es gibt jedoch auch regionale Standortunterschiede, die sich stark auf den Biomasseertrag und die Qualität der Biomasse auswirken können und daher nicht in allen Regionen in Deutschland die gleichen (ökonomischen) Maßstäbe an die Grünlandnutzung angelegt werden. In Abhängigkeit der Nutzung und der Region kann die Wertschöpfung, die unmittelbar oder mittelbar durch das Grünland erzielt wird, stark schwanken. Das produktive Grünland ist ein relativ artenarmer, dafür aber ertragsfähiger Pflanzenbestand, der qualitativ hochwertige Biomasse produziert. Das Deutsche Weidelgras *Lolium perenne* ist eine typische Zeigerpflanze für produktives Grünland. In der Regel wird auf diesen Standorten eine entzugsorientierte Phosphor- und Kalium-Düngung verfolgt. Die Stickstoffgabe ist ökonomisch ausgerichtet und bewegt sich im möglichen Rahmen, den die Düngeverordnung vorgibt (BLE 2023a). Je nach Naturraum und Standortverhältnissen erfährt ein intensiv bewirtschaftetes Grünland zwischen drei und sechs Nutzungen pro Jahr (als Schnitt, Weide oder Mähweide). Die Ertragserwartung liegt dabei bspw. in Schleswig-Holstein zwischen 80 und 120 Dezitonnen Trockenmasse je Hektar (dt TM/ha), die Qualität des Futters zwischen 5,0 und 6,0 Megajoule Netto-Energie-Laktation je Kilogramm Trockenmasse (MJ NEL/kg TM) (LKSH 2023). Insgesamt handelt es sich eher um Pflanzenbestände mit einem hohen Futterwert. Intensiv genutztes Grünland weist in der Regel nur wenige Arten auf, die Zusammensetzung der Arten ist dabei optimal an die Nutzung (Schnitt, Beweidung, Mähweide) und den Standort angepasst.

Beim Extensivgrünland handelt es sich im Vergleich um artenreichere Bestände, die jedoch nur ein mittleres Ertragsniveau und Biomasse mittlerer Qualität erreichen. Auf einen Ausgleich des Nährstoffentzugs durch den Einsatz von Düngemitteln wird verzichtet. Typisch für extensiv genutztes Grünland sind Glatthaferwiesen (*Arrhenatheretum elatioris*) (BLE 2023a). Eine extensive Nutzung liegt beispielsweise bei Heuwiesen vor, die ein- bis dreimal jährlich gemäht werden oder wenn eine Beweidung in angepasster Besatzdichte stattfindet. Vor allem die Beweidung mit Schafen ist in der extensiven Grünlandwirtschaft prominent, da sie sowohl im Küsten- und Deichschutz als auch als naturschutzfachliche Pflegemaßnahme genutzt wird und u. a. dem Erhalt der biologischen Vielfalt auf extensiv genutzten Grünlandstandorten zuträglich ist. Da es sich meist um ertragsschwächere Standorte handelt, ist die Besatzdichte bzw. die Besatzstärke an die Standortbedingungen anzupassen, um eine ökonomische Nutzung zu ermöglichen, beispielsweise ohne zufüttern zu müssen. Die Pflanzenbestände weisen meist nur einen mittleren Futterwert auf, es sind Erträge von 2,3 bis 15,5 Tonnen Trockenmasse pro Jahr möglich, die Qualität liegt bei weniger als fünf Megajoule Netto-Energie-Laktation (< 5,0 MJ NEL) (FNR 2023). Der Einsatz von Pflanzenschutzmitteln ist eher selten, Giftpflanzen wie Herbstzeitlose (*Colchicum autumnale*) oder Jakobskreuzkraut (*Senecio jacobaea*) stellen jedoch ein Problem dar und müssen beispielsweise mechanisch entfernt werden, damit der Aufwuchs als Futter oder die Fläche als Weide genutzt werden kann. Wird bei einer Schnittnutzung die Gabe von Dünger erforderlich, wird in der Regel auf Stallmist, Jauche oder Gülle zurückgegriffen. Der Grad der Nutzungsintensität gibt dabei keine zuverlässige Auskunft über den Grad der Biodiversität der Fläche, da auch extensiviertes Grünland, das aus artenarmen Wirtschaftsgrünland durch Reduktion der Nutzungsintensität und Düngung entstanden ist, in diese Kategorie fällt. Da die extensive Nutzung jedoch meist mit aus landwirtschaftlicher Sicht schwierigen Standorteigenschaften oder Bewirtschaftungsbedingungen verbunden ist, handelt es sich um Standorte, die regelmäßig seltene und

artenreiche Bestände umfassen und zugleich von hoher Bedeutung für den Arten-, Klima- und Gewässerschutz sind.

Biotopgrünland ist meist durch hohen Artenreichtum und/oder naturschutzfachlich wertvolle oder seltene Arten charakterisiert. In der Landwirtschaft wird Biotopgrünland oft als Sammelbegriff für Grünland verwendet, das nicht (mehr) primär für den Anbau von Futtermitteln genutzt wird. Es handelt sich um Pflanzenbestände mit geringem Futterwert, beispielsweise um Magerwiesen und -weiden extremer Standortverhältnisse. Oftmals handelt es sich um artenreiche oder seltene Bestände, die unter Naturschutz stehen. Die Größenordnung der natürlichen Biomasse-Produktion liegt auf Magerrasen-Niveau und damit unter 35 dt TM/ha. Bei einer Schnittnutzung erfolgt keine weitere Nährstoffzufuhr, bei Beweidung verbleiben die tierischen Exkrememente. Die Nutzung erfolgt meist nur ein- oder zweimal im Jahr. Die Nutzung ist eher als Pflege zu verstehen, da eine Verwertung der Biomasse als Futter für die modernen Nutztierassen aufgrund des niedrigen Energiegehalts nicht möglich ist. Das für viele Nutztiere giftige Jakobskreuzkraut gilt beispielsweise in Nordrhein-Westfalen als Kennart der Weidelgras-Weißkleeweide und erfüllt eine wichtige biozotische Funktion als Futterpflanze und Pollenspende für eine Vielzahl an Insekten – in der Literatur werden rund 170 Arten genannt (Landwirtschaftskammer NRW 2020). Dienen die Flächen vorrangig dem Naturschutz, ohne dass der Aufwuchs als Tierfutter genutzt wird, und wird ausreichend Abstand zu landwirtschaftlich genutztem Grünland eingehalten, kann die Pflanze problemlos auf diesen Flächen verbleiben und einen wichtigen Beitrag zum Erhalt der Biodiversität leisten.

4.5 Biodiversität / Biologische Vielfalt

Spätestens seit 1995 ist bekannt, dass über ein Drittel der Pflanzenarten, die in Deutschland heimisch sind, und mehr als die Hälfte der bedrohten Rote-Liste-Arten potenziell auf Grünlandstandorten anzutreffen sind. Weniger als ein Drittel der in Deutschland vorkommenden Tierarten lebt beispielsweise in Wäldern, der überwiegende Teil der Tierarten ist direkt oder indirekt vom Grünland abhängig. (McNeely et al. 1995)

Zur Bestimmung von Grünlandbeständen mit großer biologischer Vielfalt ist das Kriterium des Reichtums an pflanzlichen und tierischen Grünlandarten heranzuziehen. Artenreiches Grünland wird dabei auch als semi-natürliches Grünland bezeichnet. Für das nationale Grünlandspektrum in Deutschland geben u. a. folgende Quellen Auskunft:

- Grünland-Report (BfN 2014), Schoof et al. (2019)
- Europäisches Grünland von hohem Naturwert, High-Nature-Value-Farmland-Indikator, Erhebungen, Berichte
- Biotop- bzw. Grünlandkartierungen bzw. Kartierschlüssel der Bundesländer
- FFH-Grünland-LRT, Monitoringberichte (s. BfN 2020, FFH-Bericht 2019)
- Programme „Artenreiches Grünland“ in Bund und Ländern, Kulturlandschaftsprogramm, Agrarumweltmaßnahmen, Vertragsnaturschutz

Die Verhältnismäßigkeiten zwischen der jeweiligen Ausprägung von Standortfaktoren und dem Einfluss von Nutzungsweisen sowie -intensitäten in ihrer Relevanz für die Biodiversität von Grünland diskutiert Elsässer (2018) und führt Kriterien tabellarisch zusammen, die z. B. das „Biotopgrünland“ vom „Extensivgrünland“ über das Maß der landwirtschaftlichen Nutzungsintensität über Ertragszahlen abgrenzen (s. Tab. 5).

Tab. 5: Ökologische und ökonomische Kennzeichen unterschiedlichen Grünlandes (eigene Darstellung in Anlehnung an Elsässer 2018: 11)

Leistung	Biotopgrünland	Extensivgrünland	Mittelintensives Grünland	Intensivgrünland
Wasserrückhalt und Hochwasserschutz	++	++	+	+
Erosionsschutz	+	++	+ / ++	+ / ++
Erhalt der Bodenfruchtbarkeit	++	++	+	+ / 0
Kohlenstofffixierung	++	++	+	- / +
Bioindikation	++	+	(+)	--
Wasserreinigung	++	++	+	0
Pflanzenarten	bis zu > 60	bis zu < 60	10 - 25	5 - 15
Ertrag (dt TM/ha)	kaum ldw. Nutzung	< 35 - 50	35 - 70	70 - 130
Verwertung des Aufwuchses	kaum ldw. Nutzung, Verwertung allenfalls als Einstreu	Heu, sofern keine Giftpflanzen enthalten	Heu; max. 20 Prozent für Aufzucht im Milchviehbetrieb, Mutterkühe, Pferde	Milchviehfutter Biogassubstrat
Auswirkungen auf die Fauna	++	++ (z. B. Bienen finden lange Zeit Nahrung)	+	Starke Nährstoffzufuhr beeinflusst das Edaphon

Die Nutzungsintensität ist dabei maßgeblich, denn ohne Nutzung oder Pflege würden die meisten Grünländer mit den Jahren verbuschen und durch den natürlichen Sukzessionsprozess früher oder später ihr (Wald-)Klimax-Stadium erreichen. Eine extensive Nutzung ist dadurch gekennzeichnet, dass die natürlichen Bodenverhältnisse und die standorttypische spontane Vegetation nicht gezielt verändert werden, auf den Einsatz von mineralischem Stickstoff und Dünger sowie Pestiziden verzichtet wird und die Nutzungshäufigkeit (und die Nutzungstermine) mit der Regenerationsfähigkeit und den Fortpflanzungsmöglichkeiten der typischen Tier- und Pflanzenarten vereinbar ist. Bei einer extensiven Beweidung werden die Flächen unterschiedlich stark genutzt, sodass sich kleinräumige Mosaik unterschiedlicher Lebensräume ausbilden können. In den weniger stark verbissenen Bereichen können die Pflanzen bis zu Samenreife wachsen, durch den höheren Aufwuchs stellen diese Inseln regelmäßig auch Fortpflanzungsstätten für verschiedene Insekten dar. Handelt es sich um naturnahe Grünlandbestände, kommen regelmäßig auch Nektarpflanzen vor, die Insekten als Nahrungsquelle dienen.

Die Wahl der Weidetiere hat ebenfalls Einfluss auf die Biodiversität, da sich das Selektionsverhalten beim Fressen deutlich unterscheidet. Bei mäßig intensiv genutzten Wiesen und Weiden werden die natürlichen Standorteigenschaften und die spontane Vegetation durch die Bewirtschaftung (Düngung, etc.) verändert, jedoch ist der Eingriff reversibel. Die Regenerationsfähigkeit und die Fortpflanzungsmöglichkeiten einiger typischer Pflanzenarten wird durch die Nutzungshäufigkeit eingeschränkt. Die mechanische Bearbeitung führt jedoch nicht zu einer Störung der Pflanzendecke, sie dienen dem Erhalt einer geschlossenen krautigen Vegetation, die dem Nährstoff- und Wasserangebot des Bodens entspricht. Je intensiver eine Grünlandnutzung erfolgt, das heißt, je höher die Besatzdichte bzw. die Besatzstärke der Beweidung und je häufiger die Schnittnutzung desto geringer ist die Strukturvielfalt innerhalb

des Bestands bzw. auf der Fläche und desto geringer ist die Biodiversität (Deutscher Bundestag 2020).

Grünlandbiotopie können ganz unterschiedliche Erscheinungsformen umfassen, von den Salzwiesen an der Küste über Nasswiesen und Trockenrasen bis zu den Berg-Mähwiesen. Die große Vielfalt der Standorte begünstigt eine außergewöhnlich große Zahl an Tier- und Pflanzenarten, insbesondere geschützter und/oder gefährdeter Arten, die überwiegend oder ausschließlich auf Grünland bzw. bestimmten Grünlandbiotopen vorkommen. In der Vielfalt des Grünlands liegt auch die herausragende Bedeutung für die Biodiversität begründet. Der Großteil der Grünlandbiotopie wird oder wurde landwirtschaftlich – in der Regel extensiv – genutzt. Durch Intensivierung der Landwirtschaft, sowie durch Nutzungsaufgabe oder Aufforstung sind jedoch viele Grünlandbiotopie bedroht.

4.6 Wertigkeit von Grünlandbiotopen

4.6.1 Biotopwert am Beispiel der Bundeskompensationsverordnung

Zur Erläuterung und Abgrenzung naturschutzfachlich hochwertiger Grünland- bzw. Offenlandbiotoptypen wird stellvertretend für die in den Bundesländern anzuwendenden Vorschriften auf den Biotopschlüssel der Bundeskompensationsverordnung und die dort vorgegebene Biotopbewertung Bezug genommen. Anlage 2 BKompV enthält, beruhend auf der Roten Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands (Finck et al. 2017), eine bundesweite Liste der Biotoptypen (BT-Drs. 19/173: 164). Die Biotoptypen werden anhand der in § 1 Abs. 1 Nr. 1-3 BNatSchG genannten Zielbereiche des Naturschutzes und der Landschaftspflege auf Typusebene systematisch einer Wertstufe bzw. Wertpunkten zugeordnet. Der Biotoptypenwert stellt die Summe der drei Einzelwerte für den jeweiligen Zielbereich dar. Der Wert spiegelt den Zustand des Biotopwerts wider, der gegeben ist, wenn weder besondere wertgebende Merkmale noch relevante Defizite in der Ausprägung vorliegen (BT-Drs. 19/173: 165). Eine einzelfallbezogene Auf- oder Abwertung ist möglich (§ 5 Abs. 1 S. 2 BKompV). Entsprechend der resultierenden Biotopwerte werden den Biotopen Wertstufen zugeordnet, wobei die Biotopwerte 0 bis 4 der Wertstufe „sehr gering“, die Biotopwerte 5 bis 9 der Wertstufe „gering“, die Biotopwerte 10 bis 15 der Wertstufe „mittel“, die Biotopwerte 16 bis 18 der Wertstufe „hoch“, die Biotopwerte 19 bis 21 der Wertstufe „sehr hoch“ und die Biotopwerte 22 bis 24 der Wertstufe „hervorragend“ entsprechen (Tab. 6). Die Bundeskompensationsverordnung sieht zudem eine abgestufte („gering“, „mittel“ und „hoch“) Bewertung auch der unvermeidbaren Beeinträchtigungen nach § 5 Abs. 3 S. 1 BKompV für die erfassten und bewerteten Biotopie vor (BT-Drs. 19/173: 165).

Tab. 6: Biotopwerte gemäß § 5 Abs. 2 BKompV und Anlage 2.

Grundbewertung Biotopie (Biotopwerte)	Wertstufe
Biotopwerte 0 bis 4	sehr gering
Biotopwerte 5 bis 9	gering
Biotopwerte 10 bis 15	mittel
Biotopwerte 16 bis 18	hoch
Biotopwerte 19 bis 21	sehr hoch
Biotopwerte 22 bis 24	hervorragend

Tab. 7 und Tab. 8 umfassen alle als Acker- oder Grünland gekennzeichneten Offenlandbiotoppe in Deutschland mit der in der BKompV vorgenommenen Biotopbewertung. Die mit mindestens Wertstufe „hoch“ bewerteten Grünlandtypen sind in grün gehalten. Im Zusammenhang mit der Debatte um die Bestimmungen des EEG um die „Moor-PV“ werden die Biotoppe auf organischen Böden in diesem Bericht nicht angesprochen, da zumindest förderrechtlich derartige Standorte nur dann für einen Solarpark genutzt werden dürfen, wenn sie Teil eines Wiedervernässungskonzepts darstellen (s. EEG 2023 §§ 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. e) bzw. 48 Abs. 1 Nr. 5 lit. e)).

Tab. 7: Legende zu Tab. 8: Gesamtliste aller Acker- und Grünlandbiotoppe aus Anlage 2 BKompV

Buchstabe	Acker- und Grünlandbiotoppe
a)	Acker mit artenreicher Segetalvegetation
b)	Acker mit stark verarmter oder fehlender Segetalvegetation
c)	Ackerbrache (Kalk-, Silikatverwitterungs-, Sandboden)
d)	Ackerbrache (Lössboden, Lehm- oder Tonboden, org. Boden)
e)	Trockenrasen auf karbonatischem oder silikatischem Untergrund
f)	Halbtrockenrasen, Steppenrasen, beweidet oder gemäht
g)	Halbtrockenrasen, brachgefallen bzw. ungenutzt
h)	Sandtrockenrasen und Silbergrasfluren
i)	Borstgrasrasen, beweidet oder gemäht
j)	Borstgrasrasen, brachgefallen
k)	artenreiche Mähwiese, (Mäh-)Weide
l)	Artenreiche, frische Grünlandbrache
m)	Mäßig artenreichem frische Mähwiese, Weide
n)	Mäßig artenreiche, frische Grünlandbrache
o)	Intensiv genutztes, frisches Dauergrünland (artenarm)
p)	Extensiv genutztes, frischen Dauergrünland (artenarm)
q)	artenarme, frische Grünlandbrache
r)	Tritt- und Parkrasen (Vgl. Siedlungsbiotoppe 51 bis 53)
s)	Pfeifengraswiesen, Brenndolden-Auenwiesen, bewirtschaftet
t)	Pfeifengraswiesen, Brenndolden-Auenwiesen, brachgefallen
u)	Sonstiges extensives Feucht- und Nassgrünland, bewirtschaftet
v)	Sonstiges Feucht- und Nassgrünland, brachgefallen
w)	Feuchtes, intensiv genutztes Dauergrünland (Artenarm)
x)	Brachgefallenes, artenarmes Feuchtgrünland

Tab. 8: Biotopwerte der Acker- und Grünlandbiotope aus Anlage 2 BKompV (zum Teil zusammengefasst)

Bio- top- wert	Acker, Ackerbrache				Grünland trocken bis frisch														Grünland nass bis (wechsel-)feucht						Wertstufe	
	a)	b)	c)	d)	e)	f)	g)	h)	i)	j)	k)	l)	m)	n)	o)	p)	q)	r)	s)	t)	u)	v)	w)	x)		
24																										hervorra- gend
23																										
22																										
21																										sehr hoch
20																										
19																										
18																										hoch
17																										
16																										
15																										mittel
14																										
13																										
12																										
11																										
10																										
9																										gering
8																										
7																										
6																										
5																										

4.6.2 HNV-Farmland

Als „Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“ (high nature value farmland; HNV-Farmland) werden artenreiches Magergrünland, extensiv bewirtschaftete Äcker oder Weinberge sowie Brachen zusammengefasst. Nationale Erkenntnisse zur Biodiversität der Agrarlandschaft und dem einschlägigen Erfolg von Maßnahmen der Agrarförderung liefert ein seit 2009 laufendes Monitoring-Programm, das aufgrund von Berichtspflichten im Rahmen von ELER¹² etabliert wurde. HNV-Farmland verfügt nach Angaben des das Monitoring koordinierenden Bundesamtes für Naturschutz in der Regel nicht nur über eine höhere Artenvielfalt, sondern beherbergt auch seltene und spezialisierte Tier- und Pflanzenarten, welche in der intensiv genutzten Agrarlandschaft keine Überlebenschancen mehr haben. Dieser auf EU-Ebene eingeführte Indikator der gemeinsamen Agrarpolitik gilt auch national als wichtiger Indikator der Biodiversitätsstrategie und ist auch auf Länderebene eingeführt. Die HNV-Lebensräume werden den Qualitätsstufen HNV I „äußerst hoher Naturwert“, HNV II „sehr hoher Naturwert“ und HNV III „mäßig hoher Naturwert“ zugeordnet; die Qualitätsstufe HNV X „niedriger Naturwert“ bzw. keine HNV-Qualität, wird nicht vergeben. Veränderungen der biologischen Vielfalt werden im überregionalen Maßstab über eine Zeitreihe von inzwischen 12 Jahren qualitativ und quantitativ erfasst (Hünig & Benzler 2017).

Mit Stand von Januar 2022 liegen Datenreihen der auf inzwischen 1.700 Stichprobenflächen beruhenden Kartierungen vor: der Gesamtkartierung 2009, der Folgekartierungen 2010 bis 2013 und 2014 bis 2017 sowie 2018 bis 2021. Zusammengefasst ergibt sich daraus die Hochrechnung, dass der Anteil HNV-Farmland aller Qualitätsstufen an der Landwirtschaftsfläche im Jahr 2021 bei 13,4 Prozent lag. Seit 2009, ausgehend von seinerzeit 13,9 Prozent, über einen zwischenzeitlichen Tiefpunkt hinweg mit 12,4 Prozent in den Jahren 2013 und 2014, scheint sich der Wert nun über inzwischen vier Jahre auf dieser Größenordnung zu stabilisieren. Die daraus resultierende Flächengröße beträgt rund 2,6 Millionen Hektar.

Das Grünland gehört in der HNV-Terminologie zu den „Nutz- und Lebensraumflächen“. Zum Grünland fasst das Bundesamt für Naturschutz auf seiner Webseite zusammen: „Beim Grünland sind divergierende Trends festzustellen. Während das hochwertigere Grünland der Qualitätsstufen I und II einen positiven Trend über die 9 dargestellten Jahre aufweist, verbleibt das Grünland der Qualitätsstufe III, welches in absoluten Werten den größten Anteil am HNV-Grünland und aller HNV-Typen darstellt, nach der anfänglichen starken Abnahme auf dem erreichten niedrigen Niveau.“ (BfN 2023a).

In Listen zusammengestellte Kenntaxa führen Pflanzenarten auf, deren Auftreten in der Regel mit einer gewissen Artenvielfalt und extensiven Nutzung korreliert. Die Grünland-Kenntaxa-Liste ist nach Regionen differenziert und liegt in synoptischer Übersicht vor. In einigen Bundesländern gab es bereits derartige Listen für die Bewertung von Grünland im Rahmen der erfolgshonorierten Förderprogramme. Diese sollten auch im HNV-Farmland-Monitoring Anwendung finden. Zum anderen wird damit den regionalen Unterschieden in der Ausprägung von Grünland Rechnung getragen (Hünig & Benzler 2017).

Im Zusammenhang mit der Überlappung mit FFH-Lebensraumtypen und dem nationalen Schutzstatus werden folgende Textpassagen unverändert aus der Originalarbeit wiedergegeben: „Die Bewertung der für die Agrarlandschaft typischen FFH-Lebensraumtypen und gesetzlich geschützten Biotope erfolgt darüber hinaus in der Weise gutachterlich, dass gut und

¹² Zentrales Förderinstrument der EU zur Entwicklung ländlicher Regionen: Europäische Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER).

überdurchschnittlich ausgeprägte Biotope bzw. FFH-Lebensraumtypen mit HNV I, durchschnittlich ausgeprägte mit HNV II und degenerierte oder stark gestörte Ausprägungen mit HNV III bewertet werden.“ (Hünig & Benzler 2017: 22).

„Grundsätzlich werden alle Nutzflächen mit Grünlandcharakter über die gültigen Grünland-Kenntaxa bewertet. Diese sind für die Bewertung des extensiven mäßig feuchten bzw. mäßig trockenen Grünlands mit mittlerer Nährstoffversorgung angelegt. Dessen beste Ausprägung entspricht idealerweise den FFH-Lebensraumtypen 6510 bzw. 6520. Geht die Ausprägung stärker in trockene oder nasse Bereiche, greifen die Kenntaxa-Listen nicht mehr ausreichend. Gerade diesen Ausprägungen wird aber eine hohe Wertigkeit zugeordnet. In der Regel handelt es sich dabei um nach § 30 BNatSchG geschützte Biotoptypen bzw. FFH-Lebensraumtypen. In diesem Fall wird die Dokumentation der Kenntaxa wie üblich durchgeführt, die Bewertung stützt sich aber zusätzlich auf weitere wertgebende Arten und die vorgefundene typische Ausprägung des Biotoptyps/ FFH-Lebensraumtypen. Dies erfordert eine entsprechende Expertise der Kartierinnen und Kartierer, die mit den Bewertungskriterien für FFH-Lebensraumtypen und den länderspezifischen Kriterien zur Bewertung von geschützten Biotopen vertraut sein müssen. Für die Bewertung von Brachen, welchen in den meisten Fällen ein hoher Naturwert zugeschrieben wird, wird die regional gültige Grünland-Kenntaxa-Liste mit der Kenntaxa-Liste für Äcker kombiniert.“ (Hünig & Benzler 2017: 24).

4.6.3 Kriterium Artenreichtum

Zwar ist es generalisierend nicht immer richtig, dass die biologische Vielfalt durch möglichst viele Arten repräsentiert wird – es sollten schon regional- und ortsspezifische Arten sein –, dennoch lässt sich die Wertigkeit des Grünlandes an der Artenzahl ausreichend sicher abbilden. Ein gewisses Mindestmaß an Nutzung ist dabei erforderlich, um negative Entwicklungen zu vermeiden und eine floristische Artenvielfalt zu gewährleisten, gleichermaßen sinken aber mit dem Anstieg der Nutzungsintensität die Artenzahlen. Artenreichtum und intensive landwirtschaftliche Produktionsformen lassen sich in aller Regel nicht vereinbaren (Elsässer 2018).

Die Artenvielfalt auf Grünland ist wesentliches Kriterium für die Förderung von Naturschutzmaßnahmen durch die Landwirtschaft. Sie wird im Rahmen von landesweiten Monitorings ermittelt, indem auf vergleichbaren Bezugsflächen, klassisch einer Kreisfläche von 25 qm, der floristische Bestand aufgenommen wird. Die Vorgehensweise wird kompakt am Beispiel des Grünlandmonitoring Bayern (LfL 2023; Mayer et al. 2020, Kuhn et al. 2011, Heinz et al. 2013) beschrieben. Die dort inzwischen über einen Zeitraum von mehr als 20 Jahren durchgeführten umfangreichen Detailuntersuchungen von mehreren Tausend Flächen des Wirtschaftsgrünlandes zielen darauf ab, den Zustand und die räumliche Verteilung der Grünlandvegetation, deren Veränderungen festzustellen, Zusammenhänge zwischen Standort, Nutzung, Artenzahl und Artenzusammensetzung zu erkennen sowie eine Erfolgskontrolle von Agrarumweltmaßnahmen durchzuführen. Die mittlere Artenanzahl für Bayern wird mit 20 Arten angegeben, die Spanne der Einzelergebnisse reicht von drei bis 70 Arten je 25 Quadratmeter. Nachgewiesen ist damit der eindeutig negative Zusammenhang zwischen der Artenzahl und der Nutzungsintensität, dem geschätzten Ertrag, dem Futterwert und dem Stickstoff-Zeigerwert. Mit dem Anstieg der Artenzahl steigt die Anzahl der Arten der Roten Liste. Artenreiche Flächen weisen 25 und mehr Arten je 25 Quadratmeter auf, Grünland unter 25 Arten wird als artenärmer bezeichnet. Artenreiche Bestände befinden sich durchschnittlich auf den schlechteren Böden und auf Weiden mit geringerer Besatzdichte (Großvieheinheiten je Hektar). Die 34 Kennarten für artenreiches Grünland in Bayern, das vom Umfang her etwa 20 Prozent der untersuchten Bestände ausmacht, enthält Tab. 9.

Tab. 9: Kennarten für artenreiches Grünland in Bayern (Auszug aus der Tabelle); Beispiel: Bayern ab 2023. (Lfl 2022)

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
1	Schlüsselblume	<i>Primula veris</i> , <i>P. elatior</i> , <i>P. vulgaris</i>
2	Sumpfdotterblume	<i>Caltha palustris</i>
3	Trollblume	<i>Trollius europaeus</i>
4	Echtes Labkraut	<i>Galium verum</i> agg.
5	Gelb blühende Schmetterlingsblütler*	Gelb blühende Fabaceae
6	Gelb/orange blühende Korbblütler nur mit Zungenblüten*, Ausschluss Wiesen-Löwenzahn	Cichorioideae, gelbe/orangene Blüte, ohne <i>Taraxacum spec.</i>
7	Bocksbart	<i>Tragopogon spec.</i>
8	Blutwurz	<i>Potentilla erecta</i>
9	Frauenmantel	<i>Alchemilla spec.</i>
10	Kohldistel	<i>Cirsium oleraceum</i>
11	Margerite	<i>Leucanthemum spec.</i>
12	Steinbrech	<i>Saxifraga spec.</i>
13	Weiß blühende Labkräuter, ohne Klettenlabkraut	<i>Galium spec.</i> weiß blühend, ohne <i>Galium aparine</i>
14	Mädesüß	<i>Filipendula spec.</i>
15	Schafgarbe	<i>Achillea spec.</i>
16	Wilde Möhre	<i>Daucus carota</i>
17	Sterndolde	<i>Astrantia spec.</i>
18	Gewöhnliches Leimkraut	<i>Silene vulgaris</i>
19	Kuckucks-Lichtnelke	<i>Silene flos-cuculi</i>
20	Nelke (<i>Dianthus</i>)	<i>Dianthus spec.</i>
21	Flockenblume	<i>Centaurea spec.</i>
22	Schlangen-Knöterich	<i>Polygonum bistorta</i>
23	Bach-Nelkenwurz	<i>Geum rivale</i>
24	Wiesenknoyf	<i>Sanguisorba minor</i> , <i>S. officinalis</i>
25	Braunelle	<i>Prunella vulgaris</i> , <i>P. grandiflora</i>
26	Thymian	<i>Thymus spec.</i>
27	Wicke	<i>Vicia spec.</i>
28	Wald-, Wiesen-, Sumpf-Storchschnabel	<i>Geranium pratense</i> , <i>G. sylvaticum</i> , <i>G. palustre</i>
29	Wiesen-Salbei	<i>Salvia pratensis</i>
30	Skabiose / Witwenblume / Teufelsabbiss*	<i>Scabiosa spec.</i> / <i>Knautia spec.</i> / <i>Succisa spec.</i>
31	Teufelskralle	<i>Phyteuma spec.</i>
32	Glockenblume	<i>Campanula spec.</i>
33	Günsel	<i>Ajuga spec.</i>
34	Gamander Ehrenpreis	<i>Veronica chamaedrys</i>

Nr.	Deutscher Name	Wissenschaftlicher Name
35	Vergissmeinnicht	<i>Myosotis spec.</i>
36	Zittergras	<i>Briza media</i>

* Bei mit Sternchen gekennzeichneten Kennarten sind mehrere ähnliche Arten einer Gattung (z. B. Glockenblume) oder bei den Skabiosen, Witwenblumen und Teufelsabbiss auch sehr ähnliche Gattungen zu einer Gruppe zusammengefasst. Hier kommt es nicht darauf an, welche der Arten genau gefunden werden. Die Gruppe zählt nur einmal. Auch wenn zwei verschiedene Arten der Gruppe auf dem Schlag vorkommen.

Beispielhaft sind in Tab. 10 die 31 Kennarten aufgeführt, die in Niedersachsen Gegenstand besonderer Förderbedingungen zur Erhaltung von pflanzengenetisch wertvoller Grünlandvegetation sind. Es sollten gestaffelt vier, sechs oder acht dieser Arten nachgewiesen und weitere Bedingungen erfüllt werden (NLEMV 2022)

Tab. 10: Kennarten für artenreiches Grünland, Bsp. Niedersachsen, Merkblatt zu den besonderen Förderbestimmungen (NLELV 2022)

Nr.	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
1.	<i>Silene flos-cuculi</i>	Kuckucks-Lichtnelke
2.	<i>Caltha palustris</i>	Sumpfdotterblume
3.	<i>Ranunculus flammula</i>	Brennender Hahnenfuß
4.	<i>Bistorta officinalis</i>	Schlangen-Wiesenknöterich
5.	<i>Achillea ptarmica</i>	Sumpf-Schafgarbe
6.	<i>Cirsium oleraceum</i>	Kohl-Kratzdistel
7.	<i>Carex spec. incl. Scirpus spec. und Bolboschoenus spec.</i>	Seggen, Simsen und Strandsimsen
8.	<i>Rumex acetosa, R. thyrsiflorus</i>	Großer und Straußblütiger Sauerampfer
9.	<i>Anthoxanthum odoratum</i>	Gewöhnliches Ruchgras
10.	<i>Ranunculus acris</i>	Scharfer Hahnenfuß
11.	<i>Cardamine pratensis</i>	Wiesen-Schaumkraut
12.	<i>Achillea millefolium</i>	Gewöhnliche Schafgarbe
13.	<i>Trifolium pratense</i>	Rot-Klee
14.	<i>Medicago lupulina, Trifolium dubium, T. campestre</i>	Hopfenklee/Kleiner Klee/Feld-Klee
15.	<i>Veronica chamaedrys</i>	Gamander-Ehrenpreis
16.	<i>Lathyrus pratensis</i>	Wiesen-Platterbse
17.	<i>Vicia cracca</i>	Vogel-Wicke
18.	<i>Prunella vulgaris</i>	Kleine Braunelle
19.	<i>Plantago lanceolata</i>	Spitz-Wegerich
20.	<i>Leucanthemum spec.</i>	Margerite
21.	<i>Ajuga reptans</i>	Kriechender Günsel
22.	<i>Centaurea spec.</i>	Flockenblume
23.	<i>Lotus spec.</i>	Hornklee
24.	<i>Rhinanthus spec.</i>	Klappertopf
25.	<i>Galium verum</i>	Echtes Labkraut

Nr.	Wissenschaftlicher Name	Deutscher Name
26.	<i>Knautia / Scabiosa / Succisa</i>	Witwenblume, Skabiose und Teufelsabbiss
27.	<i>Luzula spec.</i>	Hainsimse
28.	<i>Alchemilla spec.</i>	Frauenmantel
29.	Apiaceae (ohne <i>Anthriscus sylvestris</i>)	Doldengewächse (ohne Wiesenkerbel)
30.	<i>Galium spec.</i> , weißblühend (ohne <i>Galium aparine</i>)	Labkraut, weißblühend (ohne Kletten-Labkraut)
31.	<i>Stellaria graminea, S. palustris</i>	Gras- und Sumpf-Sternmiere.

Nach Einschätzung von Frau S. Dullau, Hochschule Anhalt (mündliche Mitteilung und E-Mail v. 15.02.2023), wäre für die Fragestellung einer Standortentscheidung für Solarfreiflächenanlagen das Extensivgrünland in artenreich (z. B. mehr als 30 Arten je 25 Quadratmeter) und artenarm (z. B. weniger als 15 Arten/25 Quadratmeter) zu unterscheiden. Optimal ausgestattete artenreiche Wiesen weisen mehr als 40 Arten je 25 Quadratmeter auf.“ Hinzu kann die Kombination mit dem Status des FFH-Lebensraumtyps treten. Die Kombination wäre auch deswegen von Vorteil, weil der ganze Flügel des nährstoffreichen Feuchtgrünlands (Calthion) leider keinen Status als FFH-Lebensraumtyp hat und Heiden kein Grünland sind. Frau Dullau empfiehlt abgeleitet aus persönlichen einschlägigen Erfahrungswerten folgende Differenzierung (s. Tab. 11):

Tab. 11: Artenreichtum als Standortkriterium: Vorschlag zur Differenzierung von S. Dullau

Merkmal	Standorteignung
Vorkommen FFH-LRT	Kein potenzieller Standort für PV-Freiflächenanlagen oder Agri-PV-Anlagen
Artenzahl größer 30 je 25 Quadratmeter	Kein potenzieller Standort für PV-Freiflächenanlagen oder Agri-PV-Anlagen
Artenzahl 16 bis 29 je 25 Quadratmeter	Einzelfallprüfung
Artenzahl bis 15 Arten je 25 Quadratmeter	Potenziell geeigneter Standort für PV-Freiflächenanlagen oder Agri-PV-Anlagen

Statt der Bezugsgröße von 25 Quadratmetern (klassische Vegetationsaufnahme) könnte auch mit der Kennartenzahlmethode für Transekte aus der Grünlandförderung gearbeitet werden.

4.7 Landwirtschaftsgeprägtes Offenland und Avifauna

Offenlandschaften sind nicht überbaute und nicht durch Gehölze dominierte Gebiete, die in Deutschland sehr häufig landwirtschaftlich genutzt werden und sowohl Acker- als auch Grünlandflächen aufweisen. Intensive großflächige Landnutzungsformen, die Entwässerung von Feuchtgebieten, der Einsatz von Großmaschinen u. a. beeinträchtigen diesen Landschaftstyp in seiner Lebensraumqualität insbesondere für Vögel. Die natürlichen Lebensräume insbesondere wiesenbrütender Vogelarten wurden dadurch zunehmend eingeengt, was dazu führte, dass ersatzweise und artspezifisch auch alternativ Ackerstandorte mit niedriger oder lückenhafter Struktur als Brut- und Nahrungsflächen angenommen werden. Zu diesen im Vergleich am stärksten bedrohten Vogelarten zählen in Deutschland u. a. Baum- und Wiesenpieper, Braun- und Schwarzkehlchen, Dorngrasmücke, Feldschwirl, Gold- und Graumammer, Hauben-, Heide- und Feldlerche, Kiebitz, Neuntöter, Ortolan, Rebhuhn, Sprosser, Wachtel, Wachtelkönig und Ziegenmelker (KNE 2021a). Die genannten Vogelarten, aber

auch rastende oder überwinternde Zugvögel stehen daher mit großflächigen PV-Freiflächenanlagen in einem besonderen Spannungsverhältnis. Einerseits werden Solarparks in der Agrarlandschaft als extensiv genutzte Lebensräume wahrgenommen und zumindest randlich und in ausreichend frei gehaltenen Zwischenräumen von diesen Arten als Brutplatz und Nahrungsraum angenommen. Viele der Offenlandarten halten aber auch vergleichsweise größere Abstände selbst zu natürlichen kulissenbildenden Gehölzstrukturen wie Hecken oder Waldrändern ein (Garniel & Mierwald 2012). Es ist daher plausibel, dass insbesondere Solarparks des „klassischen“ Anlagentyps in eng gestellter Bauweise als kulissenartige Strukturen tendenziell eher gemieden werden und nur mehr oder weniger eingeschränkt als Brut- und Nahrungshabitat zur Verfügung stehen. Hieraus ergibt sich in der Konsequenz, dass kulissenmeidende Offenlandbewohner eine der wenigen spezifizierbaren Artengruppen darstellen, die die Aktivitäten zur Steigerung der Lebensraumeignung von Solar-Freiflächenanlagen eher nicht annehmen. Allerdings scheinen die Erkenntnisse aus wissenschaftlichen Untersuchungen oder Artenmonitorings immer noch nicht ausreichend eindeutig zu sein, so dass sie auch unterschiedlich interpretiert werden können.

Das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende hat das seinerzeit vorliegende Material zur Beschreibung des Sachstandes zu den Auswirkungen auf bodenbrütende Offenlandarten gesichtet und aufbereitet (KNE 2021a). Insbesondere die Literaturlauswertung, die der INSIDE-Studie (Badelt et al. 2020) zugrunde liegt, ist dort eingeflossen. Im Fazit wird festgestellt, dass der Wissensstand über die Auswirkungen von Solarparks auf die Eignung als Brut- und Nahrungshabitat für bodenbrütende Offenlandvogelarten noch gering und auch nur begrenzt verallgemeinerbar ist. Eine Beurteilung ist artspezifisch vorzunehmen und auch in Abhängigkeit von den umgebenden Habitatverhältnissen zu interpretieren. Eine weniger dichte Bebauung der Solarfelder und ausreichend große Freiflächen, die an die Ansprüche der Offenlandarten angepasst gepflegt werden, können die Eignung als Bruthabitat insbesondere für strukturtolerante Arten erhalten, ggf. auch verbessern (s. auch Wilkens 2022). Es wird aber davon ausgegangen, dass ein im Ausgangszustand hochwertiger Lebensraum für bodenbrütenden Offenlandbewohner bei einer Bebauung mit Modulfeldern nicht an Ort und Stelle auszugleichen sein wird.

Zaplata & Stöfer (2022) betonen, dass PV-Freiflächenanlagen als potenzielles Siedlungsgebiet für viele Vogelarten des landwirtschaftlich geprägten Offenlandes anzusehen sind, insbesondere für solche, deren Rückgang auf die intensive Landwirtschaft zurückzuführen ist. Der Vorteil des Solarparks liegt im fehlenden Einsatz von Dünger und Pestiziden, es gibt Wildkrautfluren, aber auch offene Rohböden im Kontext niedrig gehaltener Vegetation. Die zahlreichen Angaben und Belege zu vorkommenden Vogelarten sind bezogen auf den Lebensraum Solarpark nicht immer eindeutig, so dass die Autoren betonen, dass sich viele Vorkommen, aber auch das Fehlen von bestimmten Arten maßgeblich aus der Einbettung der Anlage in eine Umgebung mit wertigen Habitaten und der jeweiligen Attraktivität der Habitatstrukturen erklären lassen (u. a. auch Bedeutung der Strukturen an Bahntrasse). Auch die Vorgeschichte eines Standortes und die Bruttraditionen können eine Rolle spielen, ebenso kann sich das Artenspektrum im Verlauf der Sukzessions- und Vegetationsentwicklung wieder zugunsten von zunächst verdrängten Arten verschieben (Beispiele, u. a. zur Feldlerche, in Kap. 3.2). Gefordert wird neben dem Einsatz von Regio-Wildpflanzensaatgut vor allem der Verzicht auf geschlossene Solarlandschaften zugunsten heterogener und vielfältigerer Strukturen und deren Anbindung an Biotopstrukturen außerhalb der Anlage.

Grundsätzlich wird auch von Offenlandarten insbesondere das gezielt im Sinne eines „Biodiversitäts-Solarparks“ entwickelte Lebensraumbangebot genutzt (KNE 2021a, auch Peschel & Peschel 2023). Letztere beschreiben eine Reihe von Anlagen mit bemerkenswerten Vor-

kommen, so auch von Bruterfolgen klassischer Offenlandarten wie der Feldlerche, die allgemeingültige Belegkraft dieser Beobachtungen wird von den Autoren allerdings selbst eingeschränkt (Peschel & Peschel 2023: 21). Auch Tröltzsch & Neuling (2013:173ff) hatten schon früh zusammengefasst, dass die relative Störungsarmut und der Nährstoffentzug die Solarfelder zu wertvollen Rückzugsräumen auch für Vogelarten der halboffenen und offenen Landschaft machen.

Die Erkenntnisse der Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung (Trautner et al. 2022), die jüngst eine sehr umfangreiche Analyse und Wertung des Wissenstandes für die regionalplanerische Steuerung in der baden-württembergischen Region Bodensee-Oberschwaben vorgelegt hat, betonen im Gegensatz dazu, dass großflächige Solar-Freiflächenanlagen für kulissenmeidende Vogelarten keine geeigneten Lebensstätten darstellen und Störwirkungen unterschiedlich weit in das Umfeld reichen (s. Tab. 12). Das Fehlen von Revieren, die deutlich reduzierte Revierzahl oder auch der verminderte Brutverfolg können mögliche Folgen sein (Trautner et al. 2022: 32). Kartierungen vor und nach dem Bau von Anlagen werden gegenübergestellt und beurteilt, insbesondere im Hinblick auf die Feldlerche. Es wird zusammengefasst, dass insbesondere im Bereich kulissenarmer Ackerflächen oder Acker-Grünlandbereichen der Bau von Solar-Freiflächenanlagen dem Schutz kulissenmeidender bedrohter Feldvogelarten entgegensteht. Aus landwirtschaftlicher Sicht wird die Problemlage auch dadurch noch verschärft, da für einschlägige ggf. vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen zusätzlich weitere landwirtschaftliche Flächen entzogen bzw. extensiviert werden.

Tab. 12: Deduktiv abgeleitete Orientierungswerte für Stördistanzen von Freiflächenanlagen (Trautner et al. 2022:36)

Art	Stördistanz, gerechnet vom Rand der Modulreihe bzw. der umgrenzenden Hecke	Anmerkungen zur Empfehlung
Feldlerche	75 m	Für Revierzentren. Innerhalb der Distanz je nach Rand- und Umgebungsstruktur eher Verlust oder Reduktion Revierdichte (50 %). Geeignete Randflächen der Anlagen (außerhalb der Modulreihen) können (Teil-)Funktion als Nahrungsflächen übernehmen.
Kiebitz	150 m	Verlust (100 %)
Großer Brachvogel und besonders sensible Rastvogelarten offener Landschaften	300 m	Auch auf essenziellen Nahrungs- und sonstigen Aufenthaltsflächen anzuwenden.

Alle Autoren betonen, dass Randbereiche und bewusste offen gelassene Bereiche innerhalb der Modulfelder bei entsprechender Größe auch weiterhin eine Funktion als Nahrungshabitat aufweisen können (s. Schlegel 2021: 19, BirdLife 2021: 32, 44). Einige Arten, darunter Raubwürger, Braunkehlchen und Heidelerche, nutzen die Modultische auch als Sitz- oder Singwarte (BirdLife 201: 36, 39ff., 42). Die Eingrünung der Anlagen durch Hecken und Baumreihen, die regelmäßig zur Einbindung in die Landschaft und aus ästhetischen Gründen vorgenommen wird, kann sich jedoch auch negativ auf einzelne Arten, zum Beispiel Feldlerche und Kiebitz, auswirken (Schwaiger & Burbach 2022). Auch durch die Vertikalstrukturierung kann es zu einer Vergrämung einzelner Arten (z. B. Wachtel) kommen (BirdLife 2021: 32, 39ff.). Andere Arten (Braunkehlchen, Bluthänfling) hingegen nutzen die Gestelle oder Modultische gelegentlich auch als Brutplatz (BirdLife 2021: 39ff., 43).

Auch das Rebhuhn bevorzugt offene, extensiv genutzte Vegetationsflächen für die Brut. Aus den Erkenntnissen langjähriger biologischer Forschung wurde das Rebhuhn „pv-spezifisch“ beurteilt (Biologische Schutzgemeinschaft Göttingen 2023). Es wird davon ausgegangen, dass wohl ausschließlich breitere Brachstreifen am Rande des Solarparks als Brutplätze geeignet sein können. Allerdings sehen die Experten in der hohen Zahl von potenziellen Ansetzorten (Modulkanten, Zäune) ein erhöhtes Prädationsrisiko, da Krähen und Greifvögel eine gute Einsicht in das Gelände bekommen können. Als mögliche Lösung wird keine sichtsverschattende Hecke, sondern eine Erhöhung der Rundum-Einsehbarkeit gefordert, konkret ein mindestens 20 m breiter Brachstreifen auch außerhalb des Zauns vorgebracht.

Schwaiger & Burbach (2022) kommen zusammenfassend zu dem Ergebnis, dass nur wenige Arten der offenen Kulturlandschaften die mit Modulen bestellten Flächen als essenzielle Teile ihrer Reviere nutzen und darin brüten. Bachstelze und Hausrotschwanz gehören zu den wenigen Arten, von denen Bruten an den Modultischen gefunden wurden. Diese Arten brüten jedoch regelmäßig an von Menschen gemachten Strukturen. Weiterhin beschreiben die Autoren, dass Arten, die beispielsweise Einzelgehölze, Röhrichte oder Hochstauden als Brutplatz benötigen, diese nutzen könnten, wenn die entsprechenden Elemente im Solarpark belassen werden oder gleichwertige Strukturen neu entstehen. Dies gilt beispielsweise für Dorngrasmücke, Neuntöter und Goldammer in Bezug auf Einzelgehölze und für Blaukehlchen und Rohrsänger hinsichtlich Hochstauden und Röhrichten. Verlierer sind die am Boden brütenden Feldvogelarten wie Feldlerche und Kiebitz, die Arten meiden Solarparks weitestgehend. Bruten sind im Einzelfall an verbreiterten Stellen oder großen Zwischenräumen zwischen den Modulen möglich, im unmittelbaren Bereich der Modulreihen aber sehr unwahrscheinlich. Flächenverluste bzw. der Verlust potenzieller Bruthabitate betreffen unter anderem Feldlerche, Wiesenschafstelze, Rebhuhn und Kiebitz (Schwaiger & Burbach 2022: 36). Die Vermeidung von Konflikten kann und muss zunächst über die Wahl konfliktärmerer Anlagenstandorte geschehen. Neben Standorten über bestehenden Intensivkulturen und auf vielschürigem Intensivgrünland oder Intensiväckern werden Standorte in durch höhere Gehölze bzw. Gehölzreihen und Hecken stark gekammerten Landschaften, sofern sie denn vorhanden sind, als konfliktvermeidend bevorzugt (Trautner et al. 2022).

Die Beurteilung der Offenlandschaften hinsichtlich ihrer Eignung als Standort für eine Solar-Freiflächenanlage muss diese eher großräumigen landschaftlichen Rahmenbedingungen berücksichtigen, wobei vielfach die landschaftstypologischen Übergänge in den Agrarlandschaften fließend sind und deshalb die Einzelfallbeurteilung die regelhafte Vorgehensweise sein sollte. Um den negativen Bestandentwicklungen, die seit einigen Jahren bei den Wiesenbrütern zu beobachten sind, grundsätzlich entgegen zu wirken, haben einige Bundesländer Wiesenbrütergebiete identifiziert, zum Teil in Verbindung mit Artenhilfsprogrammen, und Schutzmaßnahmen beschrieben (LfU BY 2023a, LfU BB 2023). In Bayern gelten Wiesenbrütergebiete gemeinhin als Ausschlussgebiete für Solar-Freiflächenanlagen (LfU BY2023b: 11). In Abhängigkeit des Umfangs der Wiesenbrütergebiete und möglicher Überlagerungen mit zum Beispiel benachteiligten Gebieten, RAMSAR-Gebieten oder wiederzuvernässenden Mooren ist zu prüfen, ob Gebiete für Wiesenbrüter auch bundesweit als Ausschlussgebiete behandelt werden können.

4.8 Zwischenergebnis

Angesichts einer Vielzahl geeigneter und weit weniger naturschutzrelevanter Standortalternativen sollen bestehende und insbesondere artenreiche Grünlandbiotope nicht als Standorte für Solarfreiflächenanlagen genutzt werden. Vergütungsrechtlich sollte diese Vorgabe für alle Anlagentypen gelten. Die unterschiedliche Behandlung bei der Sicherung wertvoller

Grünlandstandorte zwischen „klassischen Anlagenkonzepten“ und Konzepten der besonderen Solaranlagen insbesondere der Agri-PV, wie es zumindest noch im geltenden EEG 2023 der Fall ist, kann und soll aufgelöst werden. Hochwertiges Grünland wäre einheitlich geschützt, wenn sowohl die Förderung der Freiflächen-PV im EEG als auch die raumplanerischen Standortkonzepte darauf ausgerichtet werden, dass keine Flächen für PV gefördert bzw. ermittelt werden auf Grünlandflächen, die

- als Biotope mit besonderer Bedeutung gemäß § 30 BNatSchG geschützt sind oder
- als Lebensraumtypen des Anhang I der FFH-Richtlinie im Sinne des § 19 BNatSchG und des Umweltschadengesetzes besonders zu berücksichtigen sind oder
- mindestens einen hohen Biotopwert im Sinn des § 5 Absatz 2 Nummer 4 der Bundeskompensationsverordnung bzw. der jeweils entsprechenden Landesvorschriften aufweisen.

Eine weitergehende Aufwertung ist auf diesen Flächen ebenso wenig zu erwarten wie die Erhaltung der Biotopqualität auf gesamter Fläche. Diese naturschutzfachliche Zielvorgabe steht aber nicht den Erkenntnissen entgegen, dass gezielt auf eine hohe Biotopqualität mit ausgeprägter Biodiversität hin entwickelte Solarparks ihrerseits eine hohe Bedeutung als Lebensraum für einen Großteil der Fauna der Agrarlandschaften innerhalb einer intensiv genutzten Agrarlandschaft haben können.

5 Erstellung einer Bewertungsmatrix anhand des ökologischen Flächenpotenzials von PV-Freiflächenanlagen

Um einen schnellen Überblick über die verschiedenen Freiflächenanlagen und deren Aufwertungspotenzial auf unterschiedlichen Standorten vermitteln zu können, wurde eine Matrix entwickelt. Es werden sieben unterschiedliche Anlagenkonzepte miteinander verglichen und das Aufwertungspotenzial des jeweiligen Anlagenkonzepts, das durch die Änderung der Nutzung oder der Nutzungsintensität die mit der Installation der Freiflächenanlage einhergeht, auf bis zu 14 verschiedenen Standorttypen eingeschätzt.

Die Einschätzung des Aufwertungspotenzial auf dieser übergeordneten Ebene berücksichtigt nicht ggf. wirkungsverstärkende Aspekte wie

- die Anlagengröße,
- den Naturraum,
- Charakteristika und Maßstäblichkeit des Landschaftsraums sowie
- kumulative Wirkungen.

Wie stark sich die abiotischen und biotischen Standortfaktoren durch den Bau einer Freiflächenanlage verändern, hängt maßgeblich von der Ausgangssituation, dem Vorgehen bei der Errichtung der Anlage und von der Planung der Freiflächenanlagen, einschließlich der Vermeidungs- und Kompensationsmaßnahmen, ab.

Tab. 13 fasst die Merkmale der Anlagentypen, die zuletzt auch die EEG-Debatten prägten, kurz zusammen. Eine ausführlichere Beschreibung erfolgt in Kapitel 5.1. Es werden drei verschiedene Formen der Agri-PV, eine Form der „Biodiversitätsfördernden PV“ und drei Varianten der „klassischen“ Freiflächenanlagen betrachtet. Eine eindeutige Abgrenzung der verschiedenen Anlagekonzepte ist allerdings schwierig, die Übergänge sind fließend, eine einheitliche und verbindliche Definition der „Sonderformen“ fehlt. Im EEG 2023 werden Vorgaben zu technischen Merkmalen und Anforderungen an die Bewirtschaftung gestellt¹³, an die die Vergütung gebunden ist.

Die Matrix ist so aufgebaut, dass die Standorttypen in Spalten und die Anlagentypen in Zeilen aufgetragen sind. Im Feld der jeweiligen Kombination werden Hinweise zu einer möglichen zukünftigen Nutzung, einer Umwandlung oder Anpassung der Nutzungsintensität gegeben. Wenn dort der Hinweis „*qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten*“ steht, soll die zukünftige Nutzung standortgerecht und auf Leit- und Zielarten (Flora und Fauna) abgestimmt sein, nicht immer ist Extensiv- oder Biotopgrünland die ideale Wahl. Eine weitere Möglichkeit besteht darin, dass von einem „*vollständigen / überwiegenden Verlust bzw. Teilverlust wertvoller Acker-/Grünlandbiotope*“ ausgegangen wird. Ist die Ausgangssituation bereits hochwertig, kann durch Maßnahmen gegebenenfalls der Status quo erhalten oder ein gleichwertiger Biotoptyp geschaffen werden, aber eine ökologische Verbesserung und der Erhalt bestimmter Biotoptypen erscheinen schwierig.

¹³ Siehe dazu auch die Festlegungen der Bundesnetzagentur gemäß § 85c EEG 2023 i. V. m. § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023, die Festlegungen zu besonderen Solaranlagen auf Ackerflächen, landwirtschaftlichen Flächen mit Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen und auf Parkplatzflächen mit dem Aktenzeichen 8175-07-00-21 (Stand Oktober 2021) haben weiterhin Bestand und werden durch die Festlegungen zu besonderen Solaranlagen auf Grünland und entwässerten Moorböden (Aktenzeichen 4.08.01.01/1#4) ergänzt

Tab. 13: Merkmale der Anlagentypen

	Grundflächenzahl	Bodenfreiheit [m]	Reihenabstand [m]	Modultiefe	Sonstiges
Agri-PV, Kat. I DIN-SPEC 91434	> 0,4-0,8	≥ 2,10	*	3,0 - 5,0 m	Ackerbau, Sonderkulturen, Grünlandwirtschaft, Weide
Agri-PV, Kat. II DIN-SPEC 91434	< 0,2	0,3 - 0,8 m	≥ 8,0	< 0,5 - 5,0 m	Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Weide
Extensive Agri-PV ¹⁴	≤ 0,8	≥ 2,10 m	*	3,0 - 5,0 m	Ackerbau, Grünlandwirtschaft; Reduktion von Düngemittel um 20 %, 5 % der Fläche als Blüh- bzw. Altgrasstreifen
	≤ 0,2	≥ 0,8 m	≥ 8,0	< 0,5 m	
Solarpark mit besonderen Biotopfunktionen	≤ 0,4	0,8 m	4,5 - 8,0 **	≤ 3,5 m	Standortgerechtes Entwicklungs- und Pflegekonzept***
Freiflächenanlage weit gestellt	≤ 0,6	0,8 m	3,5 - 6	3,0 - 5,0 m	Extensivgrünland, ggf. auch Biotopgrünland
Freiflächenanlage eng gestellt	>0,6-0,8	0,5 - 0,8 m	2,5 - 3, 5	5,0 m	Pflege vermeidet Verschattungseffekt durch hohen Bewuchs
Ost-West-Anlage (ertragsoptimiert)	0,8	0,3 - 0,5 m	< 2,0	5,0 m	Dachartige Bauweise, eher geringwertiges Grünland zwischen den Modulreihen

* Der Reihenabstand hängt vom vorhandenen Fuhrpark und den Kulturen ab, die angebaut werden sollen.

** Der Reihenabstand dient hier nur zur Orientierung. Wenn das Leit- und Zielartenkonzept dies vorsieht, kann auch ein kleinerer Reihenabstand gewählt werden, um größere Bereiche zwischen den Modulfeldern frei zu halten

*** Das Entwicklungs- und Pflegekonzept soll am Standort und den jeweiligen Leit- und Zielarten (Flora. Fauna) ausgerichtet werden

Die Ausgangssituationen, die für die Bewertung in der Matrix herangezogen werden, finden sich in den Beschreibungen der verschiedenen Standorte in Kapitel 5.2 wieder.

Darüber hinaus wird durch eine farbliche Codierung der Felder eine erste Einschätzung zum Aufwertungspotenzial, das mit der Kombination aus Standort und Anlagentyp einhergeht, gegeben (siehe dazu Tab. 14).

Tab. 14: Farbliche Codierung des potenziellen Aufwertungspotenzials

Farbcode	Aufwertungspotenzial
dunkelblau	gezieltes Management für Aufwertung erforderlich; o = ggf. mit Wiedervernässung
olivgrün	deutliche Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)
grün	mittlere Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)
hellgrün	geringe Aufwertung (durch Änderung der Nutzung bzw. der Nutzungsintensität)
grüngrau	positiv, weil keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme erfolgt, Aufwertungspotenzial vom Einzelfall abhängig
senfgrün	bei Kompensation innerhalb der Fläche (auf max. 10 - 15 % der Fläche) keine nennenswerte Aufwertung möglich

¹⁴ gem. Entwurf zu § 38b EEG 2023 im Solarpaket 1, Stand 16.08.2023

Farbcode	Aufwertungspotenzial
rosa	keine Aufwertung
blassrot	Verschlechterung
grau	Kombination aus Anlagentyp und Ausgangssituation ist nicht sinnvoll

Begriffsklärung:

- Extensivgrünland:
 - Als Extensivgrünland werden hier extensiv genutzte oder gepflegte Grünlandgesellschaften verstanden, beispielhaft zu nennen sind artenreiche (Mäh-)Weiden frischer Standorte oder Grünlandbrachen, die einen hohen Biotopwert gemäß der Bundeskompensationsverordnung aufweisen.
- Biotopgrünland:
 - Als Biotopgrünland werden hier Grünlandgesellschaften verstanden, die den Wertstufen „sehr hoch“ oder „hervorragend“ der Bundeskompensationsverordnung zugeordnet werden. Beispielhaft zu nennen sind artenreiche Mähwiesen frischer Standorte, Borstgrasrasen, beweidete oder gemähte Sandtrockenrasen sowie Halbtrockenrasen, Pfeifengraswiesen und bewirtschaftetes Feucht- und Nassgrünland. Zum Teil sind besondere Standorteigenschaften mit der erfolgreichen Etablierung und/oder dem Erhalt von Biotopgrünland verbunden.
- Technisch überprägtes Grünland:
 - Beim technisch überprägten Grünland ist mehr als die Hälfte bis weniger als 75 Prozent der Fläche (etwa zwei Drittel) durch die Freiflächenanlage verändert, es gibt jedoch noch Bereiche in denen sich die Vegetation vergleichsweise ungestört entwickeln kann. Durch die Bauweise der Anlage kommt auch unter den Modulen noch etwas Licht an und ermöglicht ein Pflanzenwachstum.
- Technische Anlage dominiert:
 - Bei Freiflächenanlagen, die etwa drei Viertel der Fläche und mehr einnehmen, ist davon auszugehen, dass die technische Anlage die Vegetationsfläche dominiert. Zwischen den Modulreihen und im Randbereich wird sich noch Vegetation entwickeln, unterhalb der Module wird bei der dachartigen Bauweise nur in den Randbereichen eine Vegetationsentwicklung stattfinden können. Aufgrund der geringeren Bodenfreiheit (Höhe zwischen Bodenoberfläche und Modulunterkante) ist es erforderlich, die Flächen regelmäßig zu mähen oder zu beweiden, da es sonst bei wüchsigen Pflanzen zu Modulverschattungen kommt.
- Rote Gebiete:
 - Als „Rote Gebiete“ werden Gebiete bezeichnet, die einer hohen Belastung durch Nährstoffeinträge (Nitrat und Phosphat) ausgesetzt sind und von dem jeweiligen Bundesland gemäß § 13a Düngeverordnung als solche ausgewiesen worden sind (siehe dazu ausführlich in Kapitel 5.2.4.3).

Tab. 15: Bewertungsmatrix

Ausgangssituation Anlagentyp	sonstige Landwirtschaft	Acker			Acker oder Grünland		Grünland			Konversionsflächen			Sonderflächen, sonstige bauliche Anlagen		Potenzielle Änderung der Nutzung / der Nutzungsintensität
	Gemüseanbau Sonderkulturen	intensiv bewirtschaftet	extensiv bewirtschaftet	naturschutz-relevant	"Rote Gebiete" (Fokus: Grundwasserschutz)	drainierte Moorböden (Fokus: Kohlenstoff-dioxid-Speicherung)	intensive Nutzung	extensive Nutzung	Biotopgrünland	hohe Versiegelung	geringe Versiegelung	hoher ökologischer Wert	Deponien, Halden	Lärmschutzwälle	
Ost-West-Anlage (ertragsoptimiert)		technische Anlage dominiert	technische Anlage dominiert	vollständiger Verlust wertvoller Ackerbiotope	technische Anlage dominiert	technische Anlage dominiert	technische Anlage dominiert	vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächen-entsiegelung	vollständiger Verlust hochwertiger Biotope	*	*	
Freiflächenanlage eng gestellt		technisch überprägtes Grünland	technisch überprägtes Grünland	vollständiger Verlust wertvoller Ackerbiotope	technisch überprägtes Grünland	technisch überprägtes Grünland	technisch überprägtes Grünland	technisch überprägtes Grünland	vollständiger Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächen-entsiegelung, Grünland	vollständiger Verlust hochwertiger Biotope	*	*	
Freiflächenanlage weit gestellt		Extensivgrünland	Extensivgrünland	überwiegender Verlust wertvoller Ackerbiotope	Extensiv- oder Biotopgrünland	Extensivierung, ggf. Umwandlung von Acker zu Grünland	Extensiv- oder Biotopgrünland	Biotopgrünland	überwiegender Verlust hochwertiger Grünlandbiotope	*	Teilflächen-entsiegelung, Extensiv- oder Biotopgrünland	Extensiv- oder Biotopgrünland	*	*	
Freiflächenanlage mit besonderen Biotopfunktionen		Extensiv- oder Biotopgrünland	Extensiv- oder Biotopgrünland mit Brachstreifen	qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Extensiv- oder Biotopgrünland	qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten ^o	Extensiv- oder Biotopgrünland	qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope		Extensiv- oder Biotopgrünland	qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	*		
Agri-PV, Kat. I DIN-SPEC 91434 (horizontal)	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	überwiegender Verlust hochwertiger Grünlandbiotope						
Agri-PV, Kat. II DIN-SPEC 91434 (vertikal)	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Beibehaltung der Nutzung	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope						
Extensivere Agri-PV		Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5%)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Blühstreifen (5%)	qualifiziertes Entwicklungskonzept für Leit-/Zielarten	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Altgras-/Blühstreifen (5%)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Altgras-/Blühstreifen (5%)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Altgrasstreifen (5%)	Reduktion von Düngemitteln, Verzicht auf Herbizide, Altgrasstreifen (5%)	Teilverlust hochwertiger Grünlandbiotope						

© Bosch & Partner GmbH 2023

Beschreibung der Anlagentypen

- Ost-West-Anlage (ertragsoptimiert) GRZ 0,8; Doppelreihen (dachartig), Reihenabstand < 2 m; Mahd o. Beweidung um Module freizuhalten
- Freiflächenanlage eng gestellt GRZ > 0,6 - 0,8; Einzelreihen; Reihenabstand 2,5 - 3,5 m; Grünlandnutzung; Mahd o. Beweidung
- Freiflächenanlage weit gestellt GRZ ≤ 0,6; Einzelreihen; Reihenabstand > 3,5; Grünlandnutzung; Mahd o. Beweidung
- Solarpark mit besonderen Biotopfunktionen GRZ ≤ 0,4; standortgerechtes Pflege- und Entwicklungskonzept; standortgerechte Maßnahmen zur Förderung der Biodiversität; Mahd od. Beweidung
- Agri-PV, DIN-SPEC 91434 Kat. I GRZ > 0,4 - 0,8; lichte Höhe > 2,1 m; horizontale Ausrichtung, ggf. nachgeführte Module; Reihenabstand von Feldfrucht / Kultur abhängig; Ackerbau, Sonderkulturen, Obstbau
- Agri-PV, DIN-SPEC 91434 Kat. II GRZ < 0,2; vertikale oder nachgeführte Module, bodennah, Einzelreihen; Reihenabstand mind. 8 m; Ackerbau, Grünlandwirtschaft, Weide
- Extensivere Agri-PV GRZ < 0,2 - 0,8; vertikale oder horizontale Ausrichtung, bodennah oder hochaufgeständert, Anforderungen des §38b Abs. 1a EEG 2023 GE

Einschätzung der Veränderung des Biotopbestandes (Aufwertungspotenzial)

- gezieltes Management für Aufwertung erforderlich; ° = ggf. mit Wiedervernässung
- deutliche Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)
- mittlerer Aufwertung (ggf. zusätzliche Maßnahmen)
- geringe Aufwertung (durch Änderung der Nutzung bzw. der Nutzungsintensität)
- * positiv, weil keine zusätzliche Flächeninanspruchnahme erfolgt, Aufwertungspotenzial vom Einzelfall abhängig
- keine Aufwertung
- Verschlechterung
- Kombination aus Anlagentyp und Ausgangssituation ist nicht sinnvoll
- bei Kompensation innerhalb der Fläche (auf max. 10 - 15 % der Fläche) keine nennenswerte Aufwertung möglich

5.1 Anlagenkonzepte von Freiflächenanlagen

5.1.1 Ost-West-Anlagen

Zwei Modulreihen, die dachförmig, mit flachem Neigungswinkel zueinander montiert werden, bilden bei sogenannten Ost-West-Anlagen eine Einheit. Die Modulflächen sind dabei nach Osten und Westen ausgerichtet, die Leistungsspitzen liegen daher nicht in der Mittagszeit, sondern am Vor- und Nachmittag. Aufgrund der geringen Verschattungseffekte braucht es keine großen Reihenabstände. Durch die dachförmige Anordnung der Module und die geringen Reihenabstände lassen sich die Flächen optimal ausnutzen (siehe auch Abb. 4). Die Leistung der einzelnen Module ist etwas geringer als bei südausgerichteten Modulen, durch die dachartige Bauweise und die optimale Ausnutzung der Fläche kann die Leistung der Freiflächenanlage insgesamt im Vergleich jedoch nahezu verdoppelt werden (IBC-Solar 2013). Ost-West-Anlagen werden zukünftig vermutlich stärker in den Fokus rücken, da sie durch die verschobenen Leistungsspitzen positiv auf die Netzauslastung wirken können und einige Netzbetreiber mittlerweile zusätzliches Entgelt für eine Einspeisung zu Spitzenzeiten verlangen. Darüber hinaus können sie, wie bisher auch, attraktiv sein, wenn der Strom an größere Abnehmer direkt vermarktet wird.

Der Anteil der Fläche, der von Modulen überstellt ist, ist entsprechend groß und lag in der Vergangenheit regelmäßig bei 80 Prozent oder mehr. Hinzu kommen Flächen, die für Nebenanlagen (Transformatoren, etc.) benötigt werden. Dies entspricht einer Grundflächenzahl (GRZ) von 0,8. Diese Bauweise führt zu starken Verschattungseffekten und zu einer starken Veränderung der Niederschlagsverteilung, sodass sich unter den Modulen kaum noch Vegetation entwickeln kann. Dieser Effekt wird noch verstärkt, wenn ein geringer Abstand, z. B. unter 50 Zentimetern, zwischen Modulunterkante und Bodenoberfläche gewählt wird. Der Pflegeaufwand ist eher gering, da kaum Flächen vorhanden sind, die eine ungestörte Vegetationsentwicklung zulassen. Die Anlagen sind standardmäßig aus Versicherungsgründen umzäunt. Die Zäunung sollte so gestaltet sein, dass sie durchlässig für Kleintiere ist.

Tab. 16: Anlagenkonfiguration einer ertragsoptimierten Ost-West-Anlage

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
0,8	Doppelreihen, dachartig	0,3 - 0,5 m	5 m	< 2 m

5.1.2 Süd bis Süd-West ausgerichtete Freiflächenanlagen

„Klassische“ Photovoltaik-Freiflächenanlagen werden meist nach Süden oder Süd-Westen ausgerichtet. Die Module werden in einzelnen Reihen installiert, zwischen den Modulreihen, in den Randbereichen und unterhalb der Module findet meist eine Grünlandnutzung statt. Die Module sind bodennah aufgeständert, zur guten Praxis gehört ein Abstand von ca. 80 Zentimetern zwischen Geländeoberfläche und Modulunterkante. Dies ermöglicht sowohl eine Beweidung mit Schafen als auch eine Mahd unterhalb der Modultische. Aus versicherungstechnischen Gründen sind die Freiflächenanlagen eingezäunt, dabei ist die Durchlässigkeit für Kleintiere zu gewährleisten. Die Grünlandentwicklung erfolgt meist durch Selbstbegrünung, Mahdgutübertrag oder Ansaat, die anschließende extensive Nutzung oder Pflege ist regelmäßig Bestandteil des Maßnahmenkonzeptes. Gleiches gilt für den Verzicht auf Düngemittel und Pestizide innerhalb der Freiflächenanlage.

5.1.2.1 Eng gestellte Modulreihen

In Abhängigkeit des Neigungswinkels und der Tiefe der Modultische wird der Reihenabstand so gewählt, dass keine oder nur geringe Verschattungseffekte auftreten. Für die Betrachtungen wird ein Reihenabstand von zweieinhalb bis dreieinhalb Meter für diesen Anlagentyp angenommen. Der Anteil der Fläche, die von den Modulen überstellt oder mit Nebenanlagen bebaut ist, liegt bei über 60 bis 80 Prozent, das entspricht einer Grundflächenzahl (GRZ) von 0,8. Die gewählte Anlagenkonfiguration wirkt sich durch die großflächige Verschattung und die veränderte Niederschlagsverteilung deutlich auf die Standortverhältnisse aus. Die Veränderung der abiotischen Standortfaktoren (Licht-, Wasserverfügbarkeit, Temperatur, usw.) haben wiederum großen Einfluss auf die Artenzusammensetzung.

Tab. 17: Anlagenkonfiguration einer eng gestellten Freiflächenanlage.

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
0,8	Einzelreihen	0,8 m	5 m	2,5 - 3,5 m

5.1.2.2 Weit gestellte Modulreihen

Bei weitgestellten Freiflächenanlagen werden deutlich größere Reihenabstände gewählt, für die Betrachtungen hier im Bericht werden Reihenabstände zwischen dreieinhalb und sechs Metern angenommen. Die Fläche, die von Modulen überstellt oder durch Nebenanlagen überbaut ist, soll einen Anteil von höchstens 60 Prozent an der Gesamtfläche haben, dies entspricht einer Grundflächenzahl (GRZ) von 0,6. Die größeren Reihenabstände führen zu breiteren besonnten Streifen zwischen den Modulreihen und stellen insgesamt natürlichere Standortverhältnisse dar, da die Licht- und Wasserverfügbarkeit weniger eingeschränkt ist. In Kombination mit der richtigen Pflege oder einer extensiven Nutzung können standorttypische Arten gefördert werden. Dies gilt nicht nur für die verschiedenen Pflanzenarten, sondern insbesondere auch für die Insektenfauna. Durch das „Mehr“ an Fläche, das frei von Solarmodulen bleibt, können regelmäßig auch Kompensationsmaßnahmen der Solaranlage innerhalb der Fläche umgesetzt werden, beispielsweise können zusätzliche Strukturelemente geschaffen werden.

Tab. 18: Anlagenkonfiguration einer weit gestellten Freiflächenanlage.

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
0,6	Einzelreihen	0,8 m	3 - 5 m	3,5 - 6 m

5.1.3 Freiflächenanlagen mit besonderen Biotopfunktionen¹⁵

Damit Freiflächenanlagen besondere Biotopfunktionen erfüllen können, die über den „Standard“ eines extensiv genutzten Grünlandes hinaus gehen und einen ökologischen Mehrwert generieren, sollte ein standortgerechtes, auf Leit- und Zielarten basierendes Pflege- und Entwicklungskonzept erarbeitet werden. Durch die Umsetzung der Maßnahmen soll mittelfristig eine Aufwertung des Standortes erfolgen, die nicht den Status quo wiederherstellt, sondern zu einer ökologischen Verbesserung am Standort und im angrenzenden Landschaftsraum führt (z. B. Steigerung der Habitat- und Artenvielfalt, Lebensraumvernetzung). Das Delta zwischen Ausgangssituation und Zielzustand (dem Zustand nach Umsetzung der Maßnahmen),

¹⁵ Das Solarpaket 1 zur EEG-Novelle 2023 umfasst auch eine Verordnungsermächtigung, um bis Ende März 2024 die Anforderungen an die „Biodiversitäts-PV“ als besonders naturverträgliche Variante der PV-Freiflächenanlagen zu definieren. Die Verordnung soll sowohl ökologische als auch technische Anforderungen adressieren. Siehe dazu auch unter <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Dossier/Energieversorgung/details-solarpaket.html>

das über die Umsetzung von Kompensationsmaßnahmen entsprechend der Eingriffsregelung hinaus reicht, ist also ein wesentlicher Parameter, um eine Freiflächenanlage mit besondere Biotopfunktionen zu definieren und den Erfolg zu überprüfen.

Bereits die Wahl des Standortes kann einen Beitrag leisten, denn auch übergeordnete Themen, wie der Biotopverbund oder Leitbilder für die Landschaftsentwicklung sollten in die Anlagenplanung einbezogen werden. Eine maßstabs- und landschaftsgerechte Größendimensionierung trägt ebenfalls dazu bei. Die überbaute Fläche sollte höchstens 40 Prozent der Gesamtfläche betragen, damit sich eine standortgerechte Vegetation entwickeln kann und die Lebensraumverluste gering bleiben. Ob dafür große Reihenabstände gewählt werden oder einzelne Modulfelder eher eng bebaut werden, um größere Freiflächen zu schaffen, sollte von den Leit- und Zielarten abhängen. Je nach Größe des Solarparks ist es auch vorstellbar, einen Teil der Modulfelder mit größeren Reihenabständen zu versehen und einzelne Modulfelder enger zu stellen, um so die Randbereiche großzügig gestalten zu können. Die Freiflächen stehen zudem für interne Kompensationsmaßnahmen zur Verfügung. Auch das Einbringen oder der Erhalt von verschiedenen Biotopstrukturen, beispielsweise Offenbodenstellen, Lesesteinhaufen, Trockenmauern, Totholz, temporärer und dauerhafte Kleingewässer, Brachstreifen, Ackerstreifen, Altgrasstreifen usw. kann sich positiv auf die Funktionsfähigkeit des Standortes und die Habitatqualität auswirken. Auch hierbei gilt, dass die Auswahl der Strukturelemente sich an den natürlichen Standortbedingungen und den Leit- und Zielarten orientieren sollte. Dass auch die üblichen Standards, wie zum Beispiel der Verzicht auf Düngemittel und Pestizide oder eine für Kleintiere durchlässige Umzäunung eingehalten werden, wird an dieser Stelle vorausgesetzt. Die richtige Pflege ist Grundvoraussetzung dafür, dass die Flächen sich gut entwickeln können. Daher sollte ein Mahd- oder Beweidungskonzept, dass in regelmäßigen Abständen angepasst wird, obligatorisch sein. Um den Erfolg der Maßnahmen zu dokumentieren und bei Bedarf nachbessern zu können, ist regelmäßig eine Erfolgskontrolle der Maßnahmenumsetzung durchzuführen. Die Erkenntnisse daraus sollten einem möglichst breiten Kreis zugänglich gemacht werden.

Tab. 19: Anlagenkonfiguration eines „Biodiversitäts-Solarparks“

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
≤ 0,4	Abhängig vom Pflege- und Entwicklungskonzept	0,8 m	3,5 m	Abhängig vom Pflege- und Entwicklungskonzept, mindestens 3,5 m

5.1.4 Agri-PV-Anlagen

Agri-PV-Anlagen kombinieren die Solarstromproduktion mit der Produktion landwirtschaftlicher Erzeugnisse zur selben Zeit auf derselben Fläche. Durch die Doppelnutzung soll die Flächenkonkurrenz, die ganz allgemein auf Flächen der Landwirtschaft herrscht, entschärft werden. Darüber hinaus wird erwartet, dass die kombinierte Nutzung der Landwirtschaft Vorteile bei der Anpassung an den Klimawandel bringt, da bei horizontal montierten Modulen einerseits durch die Verschattung die Verdunstung reduziert werden kann und andererseits ein zusätzlicher Schutz vor Extremwetterereignissen geschaffen wird, sodass Ernteauffälle beispielsweise durch Hagel oder Starkregen vermieden oder zumindest deutlich verringert werden könnten (BLE 2023c; TFZ 2021: 57f). Die Agri-PV kann im Bereich hitze- und trockenheitsgefährdeter Standorte zur Verbesserung der vernetzten Schutz- und Regulationsfunktionen des Boden-Wasserhaushalts beitragen und ein verbessertes Mikroklima schaffen, so dass für die Landwirtschaft die Ertragssicherheit gesteigert wird (Trommsdorff et al. 2022a; Wydra, K. et al. 2022).

Die Abgrenzung von „klassischen“ Freiflächenanlagen, auf denen eine Beweidung erfolgt, zu Agri-PV-Anlagen erfolgte 2021 mit der DIN-SPEC 91434. Diese technische Vornorm unterscheidet dabei grundlegend zwei Formen von Agri-PV-Anlagen: Anlagen mit Aufständering in lichter Höhe, bei denen die Bewirtschaftung unterhalb der Agri-PV-Anlage stattfindet (Kategorie 1), und Anlagen mit bodennaher Aufständering, bei denen die Bewirtschaftung zwischen den Modulreihen stattfindet (Kategorie 2). Agri-PV-Anlagen im Sinne der DIN-SPEC 91434 beschränken sich nicht nur auf den Nutzpflanzenanbau, auch Dauergrünland und Dauerweideland gelten bei gleichzeitiger Nutzung für die Solarenergiegewinnung als Agri-PV-Anlagen. Der Erhalt der landwirtschaftlichen Nutzung der Fläche ist ein wesentliches Merkmal von Agri-PV-Anlagen. Die DIN-SPEC 91434 gibt daher vor, dass mindestens 66 Prozent des Referenzertrages durch die landwirtschaftliche Nutzung erzeugt werden müssen. Wie viel Fläche für die Agri-PV-Anlage in Anspruch genommen werden darf, hängt davon ab, ob die Module horizontal oder vertikal montiert werden. Es dürfen jedoch höchstens 15 Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche verloren gehen.

Eine aus naturschutzfachlicher Sicht wünschenswerte Extensivierung der ursprünglichen landwirtschaftlichen Nutzungsintensität (BfN 2022) ist in der technischen Normfestlegung der DIN SPEC 91434 nicht vorgesehen. Aus diesem Grund, und auch im Zusammenhang mit den Konzepten für naturverträgliche Solarparks (Hietel et al. 2021, KNE 2021c, NABU & BSW Solar 2021) bzw. dem Konzept der „Biodiv-Solar“¹⁶, wird inzwischen die „extensive“ bzw. „biodiversitätsfördernde Agri-PV“ als potenziell neues eigenständiges Anlagenkonzept auch seitens der Solarbranche ins Spiel gebracht (Wattmanufactur 2022, bne 2022b, bne 2023a) und im EEG-Kontext thematisiert.

Auch im Zusammenhang mit der zum 12.7.2023 eingeführten bauplanungsrechtlichen Außenbereichsprivilegierung hofnaher Anlagen gemäß BauGB § 35 Absatz 1 Nummer 9 wird die Agri-PV im Sinne der DIN SPEC 91434 interpretiert, d. h. die Landwirtschaft ist als Hauptnutzung zu betreiben und damit als intensiv anzusprechen.

5.1.4.1 Hoch aufgeständerte Agri-PV-Anlagen gem. DIN-SPEC 91434 Kategorie I

Horizontal aufgeständerte Agri-PV-Anlagen unterscheiden sich in der Regel von klassischen Freiflächenanlagen durch die größere lichte Höhe. Die landwirtschaftliche Nutzung findet unterhalb der Module statt. Hochaufgeständerte Agri-PV-Anlagen können Gesamthöhen von vier bis sechs Metern erreichen. Insbesondere dann, wenn mit großen Maschinen und moderner Landwirtschaftstechnik gearbeitet wird, sind oft große lichte Höhen erforderlich. Dadurch ist ihr Erscheinungsbild markanter und die Anlagen lassen sich kaum durch sichtverschattende Abpflanzungen „verstecken“. Die lichte Höhe unterscheidet sich dabei von Hersteller zu Hersteller und in Abhängigkeit von den Nutzpflanzen, die unter den Modulen angebaut werden sollen. Die DIN SPEC 91434 sieht für Anlagen der Kategorie I eine lichte Höhe von mindestens 2,10 Meter vor, zudem dürfen höchstens zehn Prozent der Gesamtprojektfläche durch Aufbauten und Unterkonstruktionen von der landwirtschaftlich nutzbaren Fläche verloren gehen (DIN SPEC 91434: 2021-05: 15). Bei horizontal montierten Agri-PV-Anlagen gibt es die Möglichkeit, die Module mit Trackern am Sonnenstand oder entsprechend der Bedürfnisse der Feldfrüchte auszurichten. Auch horizontale, hochaufgeständerte Agri-PV-Anlagen können laut DIN SPEC 91434 mit einer Grünlandwirtschaft oder Beweidung kombiniert werden.

¹⁶ Siehe insbesondere Informationen zum laufenden Forschungsvorhaben „Biodiversität im Solarpark - Innovative Konzepte und Aufbau von Demonstratoren zur besseren Vereinbarkeit von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Naturschutz und Landwirtschaft (BIODIV-SOLAR)“ der Hochschule Anhalt, <https://www.offenland-info.de/projekte/aktuelle-projekte/biodiv-solar>

Tab. 20: Anlagenkonfiguration einer hochaufgeständerten, horizontalen Agri-PV-Anlage entsprechend der DIN SPEC 91434 Kategorie I

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
0,6-0,8	Einzelreihen, ggf. nachgeführt	≥ 2,10 m	3 m - 5 m	abhängig von Bewirtschaftung und Fruchtfolge

5.1.4.2 Bodennahe Agri-PV-Anlagen (vertikal) gemäß DIN-SPEC 91434 Kategorie II

Bei den bodennah oder vertikal aufgeständerten Agri-PV-Anlagen werden die Bereiche zwischen den Modulreihen für die landwirtschaftliche Bewirtschaftung offengehalten. Der Reihenabstand wird so groß gewählt, dass eine ordnungsgemäße Bewirtschaftung mit den erforderlichen Maschinen gewährleistet und auch ausreichend Platz für das Vorgewende vorhanden ist. Die Wirtschaftlichkeit der PV-Anlage hängt dabei maßgeblich vom Reihenabstand ab. Um Verschattungseffekte zu vermeiden, liegen die Modulreihen üblicherweise wenigstens acht Meter auseinander (AG-RI4POWER 2021: 20). Darüber hinaus ist die Arbeitsbreite ein entscheidender Faktor, sodass sich diese technische Lösung vermutlich vor allem für Betriebe eignet, bei denen noch mit kleinerem Gerät gearbeitet wird, oder für Nutzungen als Dauergrünland oder Weideland. Der maximale Flächenverlust von landwirtschaftlich nutzbarer Fläche darf gemäß DIN SPEC 91434 bei Anlagen der Kategorie II 15 Prozent der Gesamtprojektfläche (DIN SPEC 91434: 2021-05: 15) betragen. Die vertikal aufgeständerten Module bieten den Feldfrüchten keinen Schutz vor Extremwetterereignissen, sie können jedoch die Windgeschwindigkeiten reduzieren und als Erosionsschutz dienen.

Tab. 21: Anlagenkonfiguration einer bodennahen, vertikalen Agri-PV-Anlage entsprechend der DIN SPEC 91434 Kategorie II

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
≤ 0,2	Einzelreihen	0,3 - 0,8 m*	< 0,5 m - 5 m	≥ 8 m

*wenn die Solarmodule als Erosionsschutz dienen sollen, dann ist ein geringer Abstand zw. Boden und Modulkante vorteilhaft

5.1.4.3 Extensive Agri-PV-Anlagen

Die extensive Agri-Photovoltaik stellt eine Sonderform der Agri-Photovoltaik dar mit der Idee, die landwirtschaftliche Nutzung zu extensivieren und den Status einer landwirtschaftlichen Fläche beizubehalten. Die gleichzeitige landwirtschaftliche und solarenergetische Nutzung der Fläche steht hier ebenfalls im Vordergrund, sodass auch bei extensiv bewirtschafteten Agri-PV-Anlagen höchsten 15 Prozent der landwirtschaftlich nutzbaren Flächen durch die Anlage verloren gehen dürfen.

Das Solarpaket I enthält mit dem neuen § 38b Abs. 1a EEG erstmals Vorgaben zu einer extensiven Form der Agri-PV bzw. den besonderen Solaranlagen nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 a) bis c). Sowohl bodennahe, vertikal montierte Module (mindestens 0,8 m lichte Höhe) als auch horizontal montierte Module, die mindestens in einer lichten Höhe von 2,10 Metern aufgeständert sind, werden von § 38b Abs. 1 EEG umfasst. Die extensive Form der Agri-PV stellt jedoch keine eigenständige Kategorie der besonderen Solaranlagen dar. Eine Reduktion des Einsatzes von Düngemitteln und Pestiziden ist demnach regelmäßig mit der Extensivierung verbunden. Der Stickstoffdüngbedarf, der nach § 3 Abs. 2 Düngverordnung (DüV) in Verbindung mit § 4 Düngverordnung für die Fläche ermittelt wurde, muss schlagspezifisch um zwanzig Prozent unterschritten werden, unabhängig ob es sich um Acker oder Dauergrünland handelt. Hiervon ausgenommen sind Fälle gemäß § 10 Abs. 3 Düngverordnung (z. B.

„Flächen mit ausschließlicher Weidehaltung bei einem jährlichen Stickstoffanfall (Stickstoffausscheidung) an Wirtschaftsdüngern tierischer Herkunft von bis zu 100 Kilogramm Stickstoff je Hektar, wenn keine zusätzliche Stickstoffdüngung erfolgt“ (§ 10 Abs. 3 Nr. 2 DüV). Der Einsatz von Herbiziden ist grundsätzlich auf den Flächen untersagt.

Ackerbau – Nutzpflanzenanbau, Dauerkulturen und mehrjährige Kulturen

Mindestens fünf Prozent der Gesamtfläche müssen bei extensiven Agri-PV-Anlagen auf Ackerflächen als Blühstreifen angelegt werden. Dazu erfolgt eine aktive Begrünung mit einer standortangepassten Blühmischung, die mindestens zehn verschiedene Pflanzenarten enthält und auf die Standzeit (einjährig / mehrjährig) ausgerichtet ist. Die Standzeit der Blühstreifen soll mindestens eineinhalb Jahren betragen. Die Aussaat erfolgt im Ansaatjahr bis zum 15. Mai, weder Dünger noch Pflanzenschutzmittel werden innerhalb der Blühstreifen eingesetzt.

Dauergrünland

Bei einer extensiven Agri-PV-Anlage auf Dauergrünland werden anstelle der Blühstreifen wenigstens fünf Prozent der Gesamtfläche als Altgrasstreifen belassen. Eine Beweidung oder Schnittnutzung der Altgrasstreifen vor dem 1. September eines Jahres ist unzulässig. Auch der Einsatz von Düngern und Pflanzenschutzmitteln ist innerhalb der Altgrasstreifen untersagt.

Um die Wasserverfügbarkeit unter den Modulflächen zu erhöhen bzw. eine gleichmäßige Verteilung des Niederschlags zu ermöglichen, sollte bei der Montage von horizontalen oder nachgeführten Modulen eine Montagefuge eingeplant werden, die als zusätzlicher Wasserabfluss auf der Modulfläche dient.

Tab. 22: Anlagenkonfiguration einer extensiven Agri-PV-Anlage im Sinne des § 38b EEG 2024

GRZ	Bauweise	Bodenfreiheit	Modultischtiefe	Reihenabstand
≤ 0,2 bis 0,8	nicht vorgegeben	> 0,8 m (vertikal) oder > 2,1 m (horizontal)	< 0,5 m - 5 m	bauartabhängig

5.2 Standorte für Solar-Freiflächenanlagen

5.2.1 Konversionsflächen

Konversionsflächen werden oft pauschal als geeignet bewertet, da sie im Sinne der EEG-Konventionen (Clearingstelle EEG 2010) eine erhebliche Umweltbeeinträchtigung aufgrund einer Vornutzung aufweisen. Tatsächlich sind Konversionsflächen sehr divers, da ganz unterschiedliche Vornutzungen und Vorbelastungen bestehen können. Grundsätzlich sollte differenziert werden, ob es sich um Flächen mit hohem ökologischem Wert handelt oder ob die Flächen großflächig versiegelt sind und nur einen geringen ökologischen Wert aufweisen. Bei Konversionsflächen mit hohem ökologischem Wert kann es sich beispielsweise um ehemals militärisch genutzte Flächen, wie Truppenübungsplätze handeln. Auf (ehemaligen) Truppenübungsplätzen können sich durch die natürliche Sukzession, die wiederkehrenden Störungen und die geschützte Lage aufgrund von Betretungsverboten für Dritte wertvolle Habitate für verschiedene Arten, darunter oft auch streng geschützte Arten, entwickeln. In Ausnahmefällen können auch diese Standorte für PV-Freiflächenanlagen in Betracht kommen, beispielsweise wenn durch die Freiflächenanlage eine Altlastensanierung (Munition) finanziert werden kann, die auch im Umfeld der Anlage Pflegemaßnahmen ermöglicht. Bei Konversionsflächen mit hohem Versiegelungsgrad ist der ökologische Wert häufig geringer,

sodass eher von einer Eignung als PV-Anlagenstandort ausgegangen werden kann. Beispiele sind Brachen, die ehemals gewerblich oder industriell genutzt wurden, oder alte (Militär-)Flughäfen und Landebahnen. Beispielsweise können dort Flächen entsiegelt und mit geeigneten Saatgutmischungen angesät werden, sodass sich eine Verbesserung für Boden- und Wasserhaushalt und die Biotopfunktionen einstellt. Aufgrund der Vielfalt an Konversionsflächen sollte deren Eignung immer im Einzelfall geprüft werden. Konversionsflächen, bei denen nur wenig Fläche versiegelt ist, müssen nicht zwangsläufig einen hohen ökologischen Wert aufweisen, auch diese Flächen können geeignete Standorte für Freiflächenanlagen darstellen.

5.2.2 Deponien und Halden

Deponien werden regelmäßig als geeignete Anlagenstandorte betrachtet, da es sich um vorgenutzte / vorbelastete Standorte handelt, die in der Regel bereits mit der nötigen Infrastruktur und erforderlichen Sicherungsmaßnahmen (z. B. Umzäunung) ausgestattet sind. Darüber hinaus kann durch die Doppelnutzung der Flächenverbrauch reduziert werden. Weiterhin sind die topographischen Gegebenheiten oft günstig und in der Regel kommt es nicht zur Verschattung durch Bäume. Die technische Umsetzung ist nicht immer ganz einfach, da Sackungen möglich sind und auch die ordnungsgemäße Abdichtung des Deponiekörpers gewährleistet sein muss. Unter Umständen ergeben sich besondere Anforderungen an die Verankerung bzw. die Fundamente. Im Idealfall befindet sich die Deponie bereits in der Nachsorgephase, da dann nicht mehr mit Staubemissionen zu rechnen ist, die sich leistungsmindernd auf die PV-Freiflächenanlage auswirken können. Während der Stilllegungsphase und seltener auch während der Ablagerungsphase können PV-Freiflächenanlagen auf Deponien errichtet werden (MKULNV NRW 2014). Auch auf diesem Standorttyp wird regelmäßig Grünland zwischen den Modulen etabliert. Deponien und Halden können jedoch auch besondere Standorteigenschaften aufweisen, die ökologisch wertvollere Biotope fördern. Daher ist bei bereits rekultivierten Deponien und Halden oder Standorten, die besondere Standortbedingungen aufweisen (z. B. Kalihalden), im Einzelfall zu prüfen, ob der Standort aus ökologischer Sicht geeignet ist. Auch technische Aspekte können dazu führen, dass Deponien oder Halden sich nicht als Anlagenstandorte eignen oder aber besonders prädestiniert erscheinen. In einem Pilotprojekt wurden 2011 die Solarmodule als Deponieabdeckung genutzt, um das anfallende Sickerwasser zu reduzieren, da dieses aufgrund der enthaltenen Schadstoffe aufwändig und kostenintensiv aufbereitet werden musste. Eine wasserdichte Unterkonstruktion der Module fängt das Regenwasser auf und leitet es ab, sodass es nicht in Kontakt mit dem Deponiekörper und den Schadstoffen kommt (KlimaExpo.NRW 2017).

5.2.3 Bergbaufolgelandschaften¹⁷

Bergbaufolgelandschaften wie die Lausitz oder das Mitteldeutsche Revier eignen sich zunächst aufgrund der vorhandenen Infrastruktur, der Größe und der Vorbelastung als Standorte auch für zum Teil sehr große Freiflächenanlagen bzw. Solar-Kraftwerke. Auch kombinierte Nutzungen mit Speichertechnologien und oder hybriden Nutzungen (Sonne, Wind, Biogas, Wasserkraft) sind vorstellbar. Prominente Beispiele für Solarenergie in Braunkohlegebieten sind der Energiepark Witznitz im Mitteldeutschen Revier und die künftig schwimmende PV-Anlage auf dem Cottbuser Ostsee in der Lausitz. Im Energiepark Witznitz werden über

¹⁷ Die Bergbaufolgelandschaften werden nicht als eigener Standorttyp in der Matrix behandelt, da regelmäßig bereits eine Flächennutzung (z. B. Landwirtschaft) auf den rekultivierten Flächen vorliegt, die für die Einordnung in die Matrix herangezogen werden kann. Zudem handelt es sich um vergleichsweise wenige Standorte in Deutschland, auch wenn es sich dabei mitunter um sehr große Bereiche handelt. Die Standorte bieten insbesondere ein „strategisches Potenzial“, da auf die bestehende Infrastruktur zurückgegriffen werden kann.

eine Million Photovoltaikmodule auf einer Fläche von rund 500 Hektar mit einer Leistung von etwa 650 Megawatt installiert (Zeit online 2023). Der Energiepark soll im Herbst 2023 ans Netz gehen.

Im Mai 2023 begannen die ersten Arbeiten für den Bau der Photovoltaikanlage auf dem künftigen Cottbuser Ostsee. Die Anlage wird mit einer Leistung von etwa 29 Megawatt Deutschlands größte schwimmende Photovoltaikanlage, die Flächeninanspruchnahme dafür beläuft sich auf etwa 16 Hektar, was etwa einem Prozent der Seefläche entspricht (Cottbus 2023). Auch der Energiepark Lausitz, der insgesamt 300 Megawatt Spitzenleistung erzeugen soll, wurde in Teilen bereits 2022 in Betrieb genommen. Der Energiepark Lausitz kombiniert nicht nur die Windenergienutzung mit der Solarenergie, sondern auch die Erzeugung von grünem Wasserstoff. Etwa 50 Megawatt sollen durch Elektrolyse erzeugt werden (GP Joule 2023).

Eine im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie erstellte Studie aus dem Jahr 2018 kommt zu dem Ergebnis, dass ein Potenzial von knapp 12.000 Megawattpeak im Lausitzer Revier, etwa 4.500 Megawattpeak im Mitteldeutschen Revier und circa 1.400 Megawattpeak im Rheinischen Revier für die Solarenergienutzung vorhanden sei (BMWi 2018: 87). Dabei wurde angenommen, dass eine Leistung von einem Megawatt je Hektar installiert wird. Auch die Potenziale für eine Windenergienutzung und hybride Nutzungen wurden in der Studie analysiert (ebd.).

Die Tagebauflächen stehen jedoch keineswegs uneingeschränkt für die Nutzung mit erneuerbaren Energien zur Verfügung. Die vorgesehene Rekultivierung und Renaturierung der Flächen führt vielerorts zu neuen Naherholungsgebieten, Seen, Wäldern und Landwirtschaftsflächen oder sind durch großflächige Schutzgebietsausweisungen als Vorrangflächen für den Naturschutz ausgewiesen. Zudem können Flutungen der Tagebaue zu Erdbeben und Grundbrüchen führen. 2015 waren dadurch über 30.000 Hektar der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft nicht begeh- und befahrbar (DUH 2015). Des Weiteren sind die Vorgaben der Raumordnung, der Braunkohleplanung und der bergrechtlichen Genehmigungsverfahren maßgeblich für die Frage, ob ein ehemaliger Tagebau als Standort für erneuerbare Energien in Betracht kommt.

5.2.4 Landwirtschaftsflächen

Die Konkurrenz um landwirtschaftlich genutzte Flächen ist groß: Regelmäßig werden landwirtschaftlich genutzte Flächen für neue Siedlungsgebiete, Verkehrsinfrastrukturprojekte, Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen und eben auch für erneuerbare Energien in Anspruch genommen. Nicht nur die Flächenkonkurrenz sorgt für Spannungen, denn „die Landwirtschaft“ hat kein gutes Image. Schlagwörter wie Insektensterben, Massentierhaltung, Glyphosat, verseuchtes Grundwasser oder Monokulturen werden oft mit der Landwirtschaft verbunden. Etwa die Hälfte der Fläche Deutschlands wird landwirtschaftlich genutzt – eine große Verantwortung und eine große Chance zugleich. Insbesondere in der intensiven landwirtschaftlichen Flächennutzung lassen sich Auswirkungen auf Umwelt, Klima und Naturhaushalt kaum vermeiden. Der Balanceakt zwischen einer ökonomisch rentablen und einer umweltverträglichen Bewirtschaftung scheint größer denn je zu sein, zumal der Klimawandel sich gerade auf landwirtschaftliche Betriebe spürbar auswirkt und vermehrt mit Ertragseinbußen oder Totalausfällen zu rechnen ist. Der überwiegende Teil der Offenlandschaften ist aus einer anthropogenen Nutzung heraus entstanden und kann nur durch Nutzung oder Pflege erhalten werden. Umso wichtiger erscheint es daher, tragfähige Kompromisse für alle Beteiligten zu finden.

5.2.4.1 Acker

Die Bedingungen für eine landwirtschaftliche Nutzung unterscheiden sich regional sehr stark. Während beispielsweise in den Lössgebieten anspruchsvolle Feldfrüchte und Kulturen angebaut werden können, müssen anderswo die zunehmende Versteppung (z. B. in Brandenburg) oder die Topographie in den Berggebieten bewältigt werden. Um erfolgreich wirtschaften zu können, muss sich die landwirtschaftliche Nutzung an die standörtlichen Gegebenheiten anpassen. Es ist also wenig verwunderlich, dass aus Sicht der Landwirtschaft eine weitere Inanspruchnahme der ertragreichen Böden dringend zu vermeiden ist. Ab wann ein guter Boden ein „guter Boden“ ist, unterscheidet sich von Region zu Region. Bundesweit lässt sich sicherlich sagen, dass Böden mit Bodenwertzahlen im obersten Viertel, also ab einer Bodenwertzahl von 75 oder mehr, zu den fruchtbarsten Böden Deutschlands zählen. In einzelnen Regionen können aber auch bereits 40er Böden bedeutsam für die Landwirtschaft sein, wenn der Durchschnitt beispielsweise bei einer Bodenwertzahl von 28 liegt.

Aus Sicht des Naturschutzes hingegen eignen sich gerade die intensiv bewirtschafteten Standorte in großräumig ausgeräumten Agrarlandschaften für Solar-Freiflächenanlagen, da diese meist nur eine vergleichsweise geringe Habitatqualität aufweisen. Ertragsschwache Standorte, die häufig extensiv bewirtschaftet werden, und Extremstandorte dienen hingegen regelmäßig seltenen und geschützten Arten (darunter z. B. Ackerwildkräuter, Insektenarten) und anderen Arten des Offenlandes (u. a. Feldlerche, Kiebitz) als Lebensraum und können daher von hohem naturschutzfachlichen Wert sein.

Besondere Solaranlagen im Sinne des § 37 Abs. 1 Nr. 3 a) und b) EEG 2023 dürfen nicht auf naturschutzrelevanten Äckern errichtet werden. Als naturschutzrelevante Äcker definiert das EEG 2023 landwirtschaftlich genutzte Flächen, die mindestens einen hohen Biotopwert im Sinne des § 5 Abs. 2 Nr. 4 der Bundeskompensationsverordnung aufweisen (§ 3 Nr. 34b EEG 2023).

5.2.4.2 Dauergrünland

Die Standorteignung von Dauergrünland für Solar-Freiflächenanlagen hängt maßgeblich von der Wertigkeit des Grünlands und von der Umgebungssituation ab¹⁸. Intensiv genutzte, oft artenarme Grünlandbestände eignen sich in der Tendenz eher als extensiv genutzte, artenreiche Bestände mit geschützten Pflanzenarten. Das Bundesamt für Naturschutz empfiehlt, extensive, artenreiche Grünländer bereits ab einem Biotopwert von 11 Punkten, das entspricht einem mittleren Biotopwert und umfasst beispielsweise extensiv genutztes, frisches Dauergrünland (34.08a.02) oder mäßig artenreiche, frische Grünlandbrachen (34.07b.03), von einer Nutzung als Solar-Freiflächenanlage freizuhalten (BfN 2022). Im Sinne des EEG 2023 sind Ackerflächen mit einem mindestens hohen Biotopwert (16 oder mehr Punkte) als naturschutzrelevant anzusehen und sind aus diesem Grund als Anlagenstandort für besondere Solaranlagen als Standort auszuschließen. Für besondere Solaranlagen auf Grünland gilt hingegen, dass „es sich nicht um Grünland in einem Natura 2000-Gebiet im Sinn des § 7 Absatz 1 Nummer 8 des Bundesnaturschutzgesetzes oder um einen Lebensraumtyp, der in Anhang I der Richtlinie 92/43/EWG aufgeführt ist, handelt.“ (§ 37 Abs. 2 Nr. 4 EEG 2023). Die Wertigkeit des Grünlands wird bei dieser Formulierung nicht einbezogen, allein der Schutzstatus ist relevant. Gerade bei Grünlandgesellschaften ist jedoch, neben der Nährstoffverfügbarkeit und dem pH-Wert, die Licht- und Wasserverfügbarkeit entscheidend für das Vorkommen bestimmter Pflanzenarten und somit für die Zusammensetzung der Pflanzengesellschaft. Ändern sich die Standortfaktoren, können sich vor allem konkurrenzstarke

¹⁸ Siehe dazu auch ausführlich in Abschnitt 4.

oder ubiquitäre Arten durchsetzen. Das Artenspektrum und die Zusammensetzung der Pflanzenarten haben einen direkten Einfluss auf die Fauna, da unter anderem viele Insektenarten hochspezialisiert und an bestimmte Pflanzenarten gebunden sind. Der Dunkle Wiesenknopf-Ameisenbläuling (*Maculinea nausithous*) beispielsweise ist vom Großen Wiesenknopf (*Sanguisorba officinalis*) als Futterpflanze abhängig. Der Große Wiesenknopf kommt hauptsächlich auf wechselfeuchten bis nassen Wiesen vor, die extensiv bewirtschaftet werden. Führen veränderte Standortbedingungen dazu, dass der Große Wiesenknopf verdrängt wird, verschwindet auch der Ameisenbläuling, da ihm die Nahrungsgrundlage fehlt.

Eine Untersuchung der Technischen Hochschule Bingen von Solarparks, die auf ehemaligen extensiv bewirtschafteten Ackerflächen errichtet wurden und sich über acht bis zehn Jahre entwickeln konnten, zeigt, dass auf den untersuchten Solarparkflächen zwar höhere Artenzahlen festgestellt wurden, die Anteile an lebensraumtypischen Arten und Magerkeitszeigern auf den unbebauten Referenzflächen jedoch in allen drei Fällen höher waren. Innerhalb der Solarparkflächen war der Anteil an Neophyten und Störzeigern zudem höher, wenn auch insgesamt relativ gering. Rote-Liste-Arten konnten nur auf dem Biotopgrünland der Referenzflächen festgestellt werden (Hietel et al. 2021: 35f). Die Ergebnisse zeigen, dass durch die Überbauung nicht zwangsläufig die Biodiversität verringert aber die standorttypische Artenzusammensetzung verändert wird, sodass weniger wertvolle Biotope entstehen.

Im Hinblick auf die Standortfrage von PV-Freiflächenanlagen wird es wichtig werden, besonders das Grünland mittlerer Standorte wie die artenreichen Flachland- und Berg-Mähwiesen (FFH-LRT 6510 und 6520) in den Blick zu nehmen. Hier sind die standörtlichen Besonderheiten innerhalb der ineinandergreifenden Bestände nicht immer so eindeutig ausgeprägt, dass sie im Übergang zu den stärker nutzungsgeprägten Grünlandtypen wie z. B. den Glatt-haferwiesen ausreichend sicher abzugrenzen sind.

5.2.4.3 Seitenrandflächen von Verkehrswegen (Autobahnen und Schienenweg)

Die Seitenrandflächen von Verkehrswegen sind eine „Eigenkreation“ des Erneuerbare-Energien-Gesetzes, die sich ausschließlich über die Lage an bestimmten Verkehrswegen mit überregionaler Bedeutung definieren. Meist sind landwirtschaftliche Flächen von der Flächeninanspruchnahme betroffen. Die Seitenrandflächen sind beispielsweise durch Abgase oder Reifenabrieb vorbelastet, zudem besteht bereits durch die Verkehrsinfrastruktur eine Zerschneidung und akustische sowie visuelle Beeinträchtigung. Durch die Erweiterung der Seitenrandstreifen von vormals 200 Meter auf 500 Meter im EEG 2023 vergrößert sich die Flächenkulisse von etwa zwei Millionen Hektar auf 4,8 Millionen Hektar, das entspricht einem Faktor von etwa 2,4. Die negativen Wirkungen, die durch die bandartigen Strukturen entstehen können, nehmen jedoch ebenso zu. Insbesondere der Biotopverbund und die Durchgängigkeit der Landschaft für ziehende Arten ist betroffen.

Durch die Änderung des § 35 im Baugesetzbuch, die im Gesetz zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht vom 4. Januar 2023 verankert ist, sind Nutzungen solarer Strahlungsenergie auf Flächen längs von Autobahnen oder Schienenwegen des übergeordneten Netzes i. S. d. § 2b des Allgemeinen Eisenbahngesetzes (AEG) mit mindestens zwei Hauptgleisen in einer Entfernung von höchstens 200 Metern gemessen vom äußeren Fahrbahnrand im bauplanungsrechtlichen Außenbereich nun privilegiert. Das hat zur Folge, dass für den privilegierten Bereich bis höchstens 200 Meter vom Fahrbahnrand ein Bauantrag ausreichend ist, während für den Bereich ab 200 Meter bis 500 m vom Fahrbahnrand weiterhin ein Bebauungsplan erforderlich ist. Die Inanspruchnahme der Seitenrandflächen kann dazu führen, dass diese überregionalen Verkehrsinfrastrukturen über viele Kilometer hinweg von Freiflächenanlagen flankiert werden, da es

keine Vorgaben zu Mindestabständen oder Korridoren zwischen zwei Anlagen oder ähnliches gibt. Die Gefahr einer „Überbündelung“ und einer damit verbundenen Überlastung des Raums, vor allem wenn auch noch Umspannwerke, Freileitungen oder Windenergieanlagen vorhanden sind, ist nicht außer Acht zu lassen.

5.2.4.4 Nitrat- und phosphatbelastete Gebiete („Rote Gebiete“)

Die „Roten Gebiete“ gem. § 13a Düngeverordnung, in denen die Grundwasserkörper in einem schlechten chemischen Zustand sind und der in Anlage 2 der Grundwasserverordnung enthaltene Schwellenwert der Nitratkonzentration überschritten wird, können sowohl Acker als auch Grünland umfassen. Des Weiteren umfassen die Roten Gebiete auch die hydrologischen Einzugsgebiete oder Teileinzugsgebiete von Oberflächenwasserkörpern, bei denen eine Eutrophierung durch signifikante Nährstoffeinträge, insbesondere Phosphat, aus landwirtschaftlichen Quellen nachgewiesen wurde oder die Werte für die guten ökologischen Zustand für Orthophosphat-Phosphor (Anlage 7 Nr. 2.1.2 der Oberflächengewässerverordnung (OGewV)) oder für Gesamtphosphor nach Anlage 7 Nr. 2.2 OGewV überschritten sind oder die biologischen Qualitätskomponenten Makrophyten und Phytobenthos oder Phytoplankton nach Anlage 4 OGewV nicht in die Klasse „Guter Zustand“ oder besser eingestuft wurden. Sie eignen sich als potenzielle Anlagenstandorte für Solar-Freiflächenanlagen. Die mit der Freiflächenanlage verbundene Nutzungsänderung und Extensivierung kann zu einer partiellen Entlastung des Gebietes führen, da in der Regel bei Freiflächenanlagen auf eine Düngung verzichtet wird. Die aktuelle Kulisse der Roten Gebiete umfasst mehr als drei Millionen Hektar, es sind sowohl Grünland- als auch Ackerstandorte betroffen. Die Verteilung auf die Bundesländer und der Anteil an der Landwirtschaftsfläche des jeweiligen Bundeslandes stellen sich wie folgt dar (agrarheute 2022):

- Bayern: 546.000 Hektar (17,2 Prozent),
- Baden-Württemberg: 31.200 Hektar (1,9 Prozent),
- Brandenburg: 72.861 Hektar (5,6 Prozent),
- Hessen: 160.000 Hektar (20 Prozent),
- Mecklenburg-Vorpommern: 430.000 Hektar (32 Prozent),
- Niedersachsen: 607.000 Hektar (21 Prozent),
- Nordrhein-Westfalen: 500.000 Hektar (33 Prozent),
- Rheinland-Pfalz: 210.000 Hektar (28,5 Prozent),
- Saarland: 3.310 Hektar (4,1 Prozent),
- Sachsen: 185.000 Hektar (20,5 Prozent),
- Sachsen-Anhalt: 135.200 Hektar (11,7 Prozent),
- Schleswig-Holstein: 105.000 Hektar (9,5 Prozent),
- Thüringen: 52.400 Hektar (6,8 Prozent).

5.2.4.5 Moorböden

Das Thünen-Institut hat im Juni 2023 eine aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland veröffentlicht (Wittnebel et al. 2023b). Organische Böden machen etwas mehr als fünf Prozent (5,4 Prozent) der Fläche Deutschlands aus, das entspricht 1,93 Millionen Hektar. Die „typischen“ Moorböden, also Hoch- und Niedermoorböden, haben einen Anteil von 61 Prozent an den organischen Böden, wobei Niedermoorböden mit 47 Prozent deutlich

verbreiteter sind als Hochmoorböden (14 Prozent). Moorfolgeböden, die noch einen Bodenkohlenstoffgehalt zwischen 7,5 und 15 Prozent aufweisen, haben einen Anteil von 24 Prozent (Wittnebel et al. 2023b: 2)

Das EEG 2023 bezieht sich in der Begriffsbestimmung (§ 3 Zif. 34a EEG 2023) auf das Agrarrecht, genauer auf § 11 Absatz 2 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung und die Gebietskulisse nach § 11 Absatz 3 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung. Zu dieser Gebietskulisse zählen Feuchtgebiete und Moore, die einen Bodenkohlenstoffgehalt von mindestens 7,5 Prozent oder mindestens 15 Prozent organische Bodensubstanz in einer horizontalen oder schräg gestellten Bodenschicht von zehn Zentimetern Mächtigkeit innerhalb der oberen 40 Zentimeter des Profils aufweisen (§ 11 Abs. 2 GAP-Konditionalitäten-Verordnung (GAP-KondV)). Anlagen, die eine EEG-Vergütung erhalten, dürfen nicht auf Moorböden errichtet werden (§ 37 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 3 a) - c) EEG 2023), es sei denn, die Fläche wird mit der Errichtung der Solaranlage dauerhaft wiedervernässt (§ 37 Abs. 1 Nr. 3 e) EEG 2023). Die Landesregierungen haben den Auftrag, durch Rechtsverordnungen eine entsprechende Gebietskulisse der Moore und Feuchtgebiete auszuweisen. Wie viel Flächen bundesweit innerhalb dieser Kulisse liegen und welche Überschneidungen mit weiteren Flächenrubriken (Schutzgebiete, benachteiligte Gebiete, usw.) bestehen, ist derzeit nicht bekannt.

Innerhalb der Kulisse der Feuchtgebiete und Moore ist eine angepasste, nasse Nutzung mit Paludikulturen als GLÖZ¹⁹-2-Maßnahme förderrechtlich zulässig, sofern die Fläche für Direktzahlungen förderfähig ist. Dies gilt jedoch nicht, wenn Dauergrünland betroffen ist, das entweder in einem FFH- oder Vogelschutzgebiet liegt oder ein gesetzlich geschütztes Biotop i. S. d. § 30 BNatSchG oder weitere landesrechtliche Vorschriften betroffen sind oder in einem von einer Landesregierung aus Naturschutzgründen per Rechtsverordnung ausgewiesenen Gebiet liegt (§ 12 Abs. 2 GAPKondV). Eine erstmalige oder vertiefte Entwässerung dieser Gebiete erfordert eine Genehmigung und das Einvernehmen der zuständigen Naturschutz- und Wasserbehörden.

Werden Freiflächenanlagen unabhängig von der EEG-Förderung geplant und realisiert, gibt es keine bundeseinheitlichen Regelungen, die die Inanspruchnahme entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorböden betreffen.

5.2.4.6 Benachteiligte Gebiete

Im europäischen Kontext wurde 2018 die Neuabgrenzung der benachteiligten Gebiete nach einheitlich vorgegebenen Regeln zur „Bestimmung der aus naturbedingten oder anderen spezifischen Gründen benachteiligten Gebieten“ (ELER-VO 1305/2013) umgesetzt. Das EEG 2023 sieht vor, dass sowohl die Flächen der alten, bis 2017 für die Agrarförderung relevante Gebietskulisse von rund neun Millionen Hektar, als auch die Flächen der seit 2018 geltenden Neuabgrenzung gemäß ELER-VO 1305/2013, Art. 32. Teil der EEG-Flächenkulisse sind (vgl. § 3 Ziff. 7 EEG 2023). Diese EEG-spezifische Gesamtkulisse ehemaliger und aktueller Agrarfördergebiete ist ausschließlich für die Solarfreiflächenvergütung relevant. Eine deutliche Überlagerung der benachteiligten Gebiete mit den entwässerten, landwirtschaftlichen Moorböden, die u. a. in § 37 Abs. 1 Nr. 2 und Nr. 3 a) - c) EEG 2023 adressiert werden, ist anzunehmen. Kelm et al. (2023) schätzen den Anteil auf etwa 1,1 bis 1,3 Millionen Hektar, Überlagerungen mit den benachteiligten Gebieten seien insbesondere in Nord- und Ostdeutschland sowie in Bayern zu erwarten (ebd., S. 72 ff).

¹⁹ GLÖZ: „Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen“ im Rahmen der Gemeinsamen Agrarpolitik der EU 2023

Derzeit müssen die Länder die benachteiligten Gebiete für eine förderrechtliche Vergütung über das EEG durch eine Landesverordnung freigeben. Von dieser Möglichkeit haben bisher neun Bundesländer Gebrauch gemacht. Die Landesverordnung kann unter anderem Regelungen zur Anzahl und zur Größe der Projekte enthalten.

In dem sogenannten Solarpaket 1 ist eine Anpassung der Länderregelungen zur Nutzung der benachteiligten Gebiete vorgesehen. Danach würden alle benachteiligten Gebiete bundesweit für die Nutzung durch Solaranlagen geöffnet und die Bundesländer müssten eine entsprechende Verordnung erlassen, um die Nutzung von bestimmten Flächenkategorien oder Gebieten aktiv auszuschließen.

5.2.5 Schutzgebiete

„Schutzgebiete sollten einen Rückzugsraum für Tier- und Pflanzenarten darstellen und dazu dienen, die Verluste, die es in der Normallandschaft gibt, abzufedern. Dass viele Schutzgebiete diese Funktion aktuell nicht erfüllen können, wurde u. a. durch den von Hallmann et al. (2017) in der „Krefelder Studie“ belegten Rückgang der Biomasse fliegender Insekten von über 75 Prozent über einen Zeitraum von 27 Jahren in Naturschutzgebieten in drei Bundesländern gezeigt.“ (BAG Ökologie 2020)

Etwa die Hälfte der Fläche Deutschlands liegt innerhalb von Schutzgebieten, dabei sind die Überlagerungen der Schutzgebietskategorien untereinander bereits herausgerechnet. Die strengeren Schutzkategorien (FFH-Gebiete, Nationalparke, Naturschutzgebiete und Nationale Naturmonumente) haben einen Anteil von gut zehn Prozent an der Fläche Deutschlands. Dennoch wird im Bericht zur Lage der Natur beschrieben, dass viele Schutzgebiete ihrer Funktion als Refugium für die Tier- und Pflanzenarten nicht gerecht werden können. Eine mögliche Ursache dafür ist die landwirtschaftliche Nutzung innerhalb oder im engen räumlichen Zusammenhang von Schutzgebieten. Im Bericht zur Lage der Natur heißt es weiter „Viele Naturschutzgebiete sind sehr klein und somit zahlreichen äußeren Einflüssen wie z. B. Düngeeinträgen oder Abdrift von Pflanzenschutzmitteln aus umliegenden Flächen ausgesetzt. Daneben ist in vielen Schutzgebieten konventionelle Landwirtschaft zumindest auf Teilflächen weiterhin erlaubt, was häufig mit den Schutzzielen kaum mehr vereinbar ist, da auf diese Weise Pflanzenschutzmittel und Stickstoffdünger direkt und in hohen Dosen in Schutzgebiete eingetragen werden“ (BfN 2020: 23). In Anbetracht dessen stellt sich die Frage, ob und unter welchen Umständen Freiflächenanlagen, die weitere Lebensraumverluste und Einbußen der Habitatqualität zur Folge haben (können), innerhalb von Schutzgebieten errichtet werden dürfen. Entscheidend ist dabei eine weitere Differenzierung der Fragestellung, da sich das flächenhafte Ausmaß, die Zielstellung und die Strenge des Schutzregime deutlich zwischen den verschiedenen Schutzgebietskategorien unterscheiden. Das baden-württembergische Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft beschreibt, dass Naturschutzgebiete, Nationalparke und Kernzonen von Biosphärenreservaten als Anlagenstandorte unzulässig sind, FFH- und Vogelschutzgebiete, Naturparke, Landschaftsschutzgebiete, gesetzlich geschützte Biotope und die Betroffenheit von FFH-Lebensräumen oder FFH-Arten spezielle Prüfungen erfordern können und Einschränkungen bestehen können, die einer Nutzung als Anlagenstandort entgegenstehen (UM BW 2019).

Grundsätzlich gehen aktuelle Schätzungen davon aus, dass maximal zwei Prozent der landwirtschaftlich genutzten Fläche ausreichen, um den erforderlichen Zubau auf der freien Fläche von etwa 200 Gigawatt bis zum Jahr 2040 zu ermöglichen (s. Kapitel 2). Es besteht keine Notwendigkeit, die Schutzgebiete pauschal für eine Solarenergienutzung zu öffnen, um die Ausbauziele zu erreichen. Da es aber eine deutliche Überlagerung von Schutzgebieten und

landwirtschaftlich genutzten Flächen gibt, kann es im Einzelfall Konstellationen geben, in denen auch eine Fläche innerhalb von Schutzgebieten als Anlagenstandort in Frage kommen könnte.

Nationale Schutzgebietskategorien

In Nationalparks, Naturschutzgebieten und Nationalen Naturmonumenten sind Solar-Freiflächenanlagen jeglicher Art aufgrund der Schutzziele und des Restriktionsgrades der jeweiligen Schutzgebietskategorien kategorisch auszuschließen. In Bezug auf die Landwirtschaft ist darüber hinaus festzuhalten, dass die landwirtschaftliche Nutzung nur eine nachrangige Bedeutung innerhalb dieser Gebiete hat. Auch die Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten unterliegen einem strengen Schutzregime. Sie sind teilweise als Wildnisgebiete konzipiert, sodass eine landwirtschaftliche Nutzung nicht oder nur sehr nachrangig stattfindet.

Anders sind die Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten zu bewerten, denn sie stellen Modellregionen für eine nachhaltige Nutzung dar, in der alle Nutzungs- und Wirtschaftsformen umwelt-, natur- und sozialverträglich ausgestaltet werden. Auch Naturparke dienen einer dauerhaft umweltgerechten Landnutzung und sollen die nachhaltige Regionalentwicklung fördern. Insbesondere der Schutz der historischen Kulturlandschaft durch eine Fortführung der (traditionellen) Bewirtschaftungsformen steht im Vordergrund. Sowohl in Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten als auch in Naturparks ist unter bestimmten Voraussetzungen die Errichtung von Solar-Freiflächenanlagen vorstellbar, allerdings sollte die Inanspruchnahme begrenzt werden. Weiterhin ist zu beachten, dass diese großflächigen Schutzgebiete sich regelmäßig mit Naturschutz- oder Landschaftsschutzgebieten überlagern, sodass nur Teilbereiche potenziell geeignet sind.

Landschaftsschutzgebiete dienen grundsätzlich dem Schutz von Natur und Landschaft, die Schutzziele können jedoch sehr heterogen gestaltet sein. Landschaftszusammenhänge und das Landschaftsbild stehen dabei ebenso im Fokus wie die Funktionsfähigkeit des Naturhaushaltes und die Regenerationsfähigkeit von den Natur- und Kulturlandschaften. Landschaftsschutzgebiete dienen darüber hinaus auch der Erholung. In Abhängigkeit der jeweiligen Schutzgebietsverordnung ist zu prüfen, ob und ggf. unter welchen Bedingungen die Errichtung von Freiflächenanlagen mit den Schutzziele vereinbar ist. Bei großflächig ausgewiesenen Landschaftsschutzgebieten ist ggf. eine Zonierung denkbar, sodass nur bestimmte Bereiche für Freiflächenanlagen oder für bestimmte Typen von Solaranlagen geöffnet werden. Weiterhin ist entscheidend, welche Handlungen und Tätigkeiten im Verordnungstext ausdrücklich verboten oder unter Vorbehalt erlaubt sind.

§ 30 BNatSchG schützt bestimmte Biotop aufgrund ihrer Eigenart und Seltenheit pauschal vor zerstörerischen Handlungen und sonstigen erheblichen Beeinträchtigungen. Bei den § 30-Biotopen handelt es sich eher um kleinräumig geschützte Bereiche.

§ 30 Abs. 2 BNatSchG enthält eine Auflistung aller bundesweit zu schützender Biotop. Die Länder können darüber hinaus weitere Biotop in diese Kategorie aufnehmen. Auf Antrag ist eine Ausnahme von den Verboten möglich, sofern ein Ausgleich möglich ist. Aufgrund des geringen Flächenumfangs ist ggf. auch eine Integration in die Solarparkplanung möglich, grundsätzlich ist die Schutzqualität aber vergleichbar mit der von Naturschutzgebieten.

Natura 2000-Gebiete

Bei den Natura 2000-Gebieten ist grundsätzlich die Möglichkeit gegeben, eine Verträglichkeitsprüfung gemäß § 34 BNatSchG durchzuführen. Unabhängig davon ist zu empfehlen, FFH-Gebiete ähnlich wie Naturschutzgebiet zu behandeln. Die FFH-Richtlinie zielt darauf ab,

ein kohärentes Netz von Schutzgebieten zu errichten. Die Gebiete dienen dem Schutz spezieller Lebensraumtypen und Arten. Im Vergleich zu Vogelschutzgebieten sind sie oft kleinräumiger und haben einen stärkeren räumlichen Bezug zu den vorhandenen Biotopstrukturen. Vogelschutzgebiete dienen dem Schutz der Arten des Anhangs I der Vogelschutzrichtlinie, das inkludiert auch die Lebensräume der jeweiligen Arten. Die Gebiete sind jedoch oft großräumig abgegrenzt und werden regelmäßig landwirtschaftlich genutzt. Neben den Erhaltungszielen und Artvorkommen ist insbesondere das Verhältnis zwischen geplanter Anlagen- und Gebietsgröße als maßgeblicher Indikator für die Prüfung der Verträglichkeit anzusehen.

In Anhang I der FFH-Richtlinie sind 231 Lebensraumtypen gelistet, davon kommen 93 auch in Deutschland vor. Gemäß der FFH-Richtlinie sind besondere Schutzgebiete (FFH-Gebiete) für diese FFH-Lebensraumtypen auszuweisen. Weiterhin wird zwischen prioritären und nicht-prioritären Lebensraumtypen (und Arten) differenziert. Prioritäre LRT sind durch ein (*) gekennzeichnet und unterliegen einem strengeren Schutz bei Eingriffen (Art. 6 FFH-Richtlinie). Gemäß § 19 BNatSchG sind die FFH-Lebensraumtypen auch außerhalb der zu ihrem Schutz ausgewiesenen FFH-Gebiete vor Schädigung zu bewahren, d. h. sie sind im Rahmen der Eingriffsregelung besonders zu berücksichtigen.

Wasserschutzgebiete

Eine weitere Schutzgebietskategorie stellen Wasserschutzgebiete (§ 52 WHG) dar. Sie dienen dem Trinkwasserschutz und sind in drei Zonen (Fassungsbereich, Zone I), engere Schutzzone (Zone II) und weitere Schutzzone (Zone III) unterteilt. Auch hier ist die Schutzgebietsverordnung maßgeblich, in Abhängigkeit des Grundwasserstands können beispielsweise Eingriffe in den Untergrund vollständig untersagt oder nur unter Auflagen zulässig sein. In der weiteren Schutzzone (Zone III) können Solar-Freiflächenanlagen bei geeigneter Ausführung durchaus zugelassen werden. Die Nutzungsaufgabe beziehungsweise die Umnutzung und Extensivierung kann sich vorteilhaft auf das Grundwasser auswirken, da Nähr- und Schadstoffeinträge aus der Landwirtschaft reduziert werden. Allerdings können Auflagen und Anforderungen, beispielsweise an die Materialien für die Verankerungen im Boden, die Transformatoren und Reinigungsmittel formuliert werden. Das Bayerische Landesamt für Umwelt hat bereits 2013 ein Merkblatt zur Planung und Errichtung von Freiflächenanlagen in Trinkwasserschutzgebieten herausgegeben (LfU 2023).

5.3 Anforderungen an den natur- und umweltverträglichen Ausbau

Um den Ausbau der Solarenergie möglichst umwelt- und naturverträglich zu gestalten, ist es zunächst von großer Bedeutung, die Anlagen auf geeignete Standorte zu lenken, da die potenzielle Eingriffsintensität durch die Standortwahl bereits deutlich reduziert werden kann.

Je nach Standort und Anlagentyp sollten bei der Planung der Anlage bestimmte Mindestkriterien erfüllt werden, dies kann zum Beispiel eine Begrenzung der maximal überbaubaren Fläche sein. Aber auch eine Größenbeschränkung der Anlagen auf bestimmten Standorten kann sinnvoll sein.

Bei der Maßnahmenplanung sollte vorrangig das vorhandene Potenzial des Standortes und dessen potenzielle natürliche Vegetation einbezogen werden. Auch ein genauere Blick auf die umgebenden „Spenderbiotope“ kann hilfreich sein, um einzelne Arten gezielt fördern zu können. Ebenso sind bestehende und geplante Korridore für ziehende Arten und Flächenplanungen zum Biotopverbund zu berücksichtigen. Sofern wertvolle Strukturen vorhanden sind, sollte versucht werden, diese in die Planung zu integrieren, statt sie zu entfernen. Ab

einer bestimmten Anlagengröße sollte die Anlage in verschiedene Bau-/Modulfelder aufgeteilt und entsprechend breite Korridore für Mittel- und Großsäuger dazwischen freigelassen werden.

Eine fachgerechte Umsetzung und Kontrolle der Maßnahmen sollte selbstverständlich sein. Um die erwünschten Effekte dauerhaft zu erreichen und den Betrieb der Anlage zu ermöglichen, sind Pflegemaßnahmen erforderlich. Die Pflegemaßnahmen sollten so durchgeführt werden, dass die daraus resultierende Störung so gering wie möglich ausfällt. Im Zuge dessen empfiehlt es sich, die Erfolge und Misserfolge in einem Monitoring zu dokumentieren und soweit erforderlich weitere Maßnahmen zu ergreifen (z. B. Nachpflanzungen / Ersatzpflanzungen beim Ausfall von Gehölzen).

Standortwahl

Im UBA-Vorhaben „Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen“ wurde dieser Aspekt umfassend bearbeitet, unter anderem durch die Analyse verschiedener Planungsdokumente und Forschungsberichte sowie durch den Austausch mit verschiedenen Akteuren wurden regelmäßig geeignete und ungeeignete Standorte identifiziert und Standorte identifiziert, bei denen im Einzelfall abgewogen werden muss, ob sich der Standort eignet oder nicht.

Anlagenplanung und Maßnahmenkonzept

Die Planung der Freiflächenanlage sollte möglichst landschafts- und maßstabsgerecht erfolgen. Die Dimensionierung der Anlage und die Einbindung in die Landschaft spielen eine nicht unerheblich Rolle. Je größer die Anlage ist, desto größer ist der Einfluss auf das Landschaftsbild und desto größer kann auch ihre Barrierewirkung sein. Darüber hinaus sollte die Entfernung zu anderen Freiflächenanlagen oder Vorbelastungen (z. B. Freileitungen, Umspannwerke) einbezogen werden, um ein verträgliches Maß von Bündelung zu erzeugen, ohne den Landschaftsraum zu überlasten. Bei Freiflächenanlagen in unmittelbarer Nähe zu Naherholungsgebieten ist es umso wichtiger, dass die Anlage in ihrer Größe an die umliegende Landschaft angepasst wird (vgl. Horstkötter 2003, Lausch & Meyer 2001) und es eben nicht zu einer Überlastung des Raumes kommt. Zusätzliche Rad-, Wander- oder Spazierwege und Reitwege, auch Ladestationen für E-Fahrräder und Rastgelegenheiten, die im Zuge des Anlagenbaus neu geschaffen werden, können sich möglicherweise akzeptanzfördernd auswirken.

Tab. 23 fasst zusammen, welche Standorte bevorzugt beplant werden sollten, wann eine Prüfung des Einzelfalls angebracht ist und welche Standorte regelmäßig als ungeeignet angesehen werden (vgl. Günnewig et al. 2022b, KNE 2021b; EULE II 2021, NABU & BSW Solar 2021)).

Anlagenplanung und Maßnahmenkonzept

Die Planung der Freiflächenanlage sollte möglichst landschafts- und maßstabsgerecht erfolgen. Die Dimensionierung der Anlage und die Einbindung in die Landschaft spielen eine nicht unerheblich Rolle. Je größer die Anlage ist, desto größer ist der Einfluss auf das Landschaftsbild und desto größer kann auch ihre Barrierewirkung sein. Darüber hinaus sollte die Entfernung zu anderen Freiflächenanlagen oder Vorbelastungen (z. B. Freileitungen, Umspannwerke) einbezogen werden, um ein verträgliches Maß von Bündelung zu erzeugen, ohne den Landschaftsraum zu überlasten. Bei Freiflächenanlagen in unmittelbarer Nähe zu Naherholungsgebieten ist es umso wichtiger, dass die Anlage in ihrer Größe an die umliegende Landschaft angepasst wird (vgl. Horstkötter 2003, Lausch & Meyer 2001) und es eben nicht zu einer Überlastung des Raumes kommt. Zusätzliche Rad-, Wander- oder Spazierwege und

Reitwege, auch Ladestationen für E-Fahrräder und Rastgelegenheiten, die im Zuge des Anlagenbaus neu geschaffen werden, können sich möglicherweise akzeptanzfördernd auswirken.

Tab. 23: Standortkriterien für PV-Freiflächenanlagen

Zu bevorzugende Standorte	Standorte mit besonderem Abwägungserfordernis	Regelmäßig ungeeignete Standorte
Flächen mit Altlasten	Entwicklungszonen (Zone III) von Biosphärenreservaten	Naturschutzgebiete
Konversionsflächen ohne besondere ästhetische oder ökologische Funktion	Naturparks	Nationalparke
versiegelte Flächen	Landschaftsschutzgebiete	FFH-Gebiete
Deponien und Halden	Umgebung von Naturdenkmalen	Biosphärenreservate Zone I und II
technisch überprägte Flächen	Kulturdenkmale	Wasserschutzgebiete Zone I
ehemals baulich genutzte Flächen im Außenbereich	Vogelschutzgebiete	UNESCO-Welterbestätten
Seitenflächen von regional bedeutsamen Verkehrsinfrastrukturen	Wasserschutzgebiete Zone II und III	Waldflächen
intensiv genutzte Ackerflächen mittlerer und geringer Bodengüte	Bodendenkmale	natürliche Seen/Stillgewässer
intensiv genutztes Grünland	schutzwürdige, seltene Böden	Fließgewässer
Windparks (nach prioritärer Realisierung von WEA in Windgebieten)	landwirtschaftlich genutzte Moorböden	Hochwasserschutzgebiete
stillgelegte Tagebauflächen und Kraftwerksstandorte	Hanglagen	Überschwemmungsgebiete
	bundes- und landesweit bedeutsame Landschaften	Naturnahe Moorstandorte
		Auengebiete
		§ 30 Biotope
		FFH-Lebensraumtypen (außerhalb von Schutzgebieten!)
		geschützte Landschaftsbestandteile
		Ausgleichsflächen der Eingriffsregelung
		(flächenhafte) Naturdenkmale
		Wiesenbrütergebiete

Schon bei der Anlagenplanung sollte eine geeignete Anzahl an Korridoren und Durchlässen berücksichtigt werden, um die Durchgängigkeit für Großsäuger zu gewährleisten. NABU & BSW Solar (2021) schlagen eine Breite von mindesten 30 Metern je Kilometer Anlagenlänge vor (ebd.: 6f), das brandenburgische Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz fordert geeignete Migrationskorridore ab einer Anlagegröße von 500 Metern Länge oder mehr (MLUK 2021: 8), eine Breite von wenigstens 50 Metern wird empfohlen (Landeck et al. 2014: 295 in Demuth & Maack 2019: 10). Anlagen ab eine Größe von 100 Hektar sollten

so konzipiert werden, dass die zusammenhängenden Modulteilfläche jeweils nicht größer als 20 Hektar sind und ein Viertel der Fläche, ungeachtet der Reihenabstände, gänzlich freibleibt (MLUK 2021: 8).

In kleinräumigeren Landschaften sollten die Modulfelder einer Freiflächenanlage eine Größe von jeweils zwei bis drei Hektar nicht übersteigen, so wird ein monolithischer Charakter vermieden und die optische und funktionale Einbindung wird erleichtert (UM BW 2021: 44). Zur Einbindung in die Landschaft sollten Flächen für Abpflanzungen oder blühende Elemente ausgewiesen werden, alternativ bieten sich Grünkorridore (Ackerrandstreifen, Brache, Hecken) entlang der Zäunung an (MLUK 2021: 8; NABU & BSW Solar 2021: 7). Sind wertvolle oder charakteristische Biotopstrukturen oder Gliederungselemente vorhanden, sollten diese, sofern es möglich ist, in die Anlage integriert und erhalten werden (UM BW 2021: 44). Dies gilt insbesondere für Gewässer und Altholzbestände. Um die Durchlässigkeit für Kleintiere zu gewährleisten, sind entweder in regelmäßigen Abständen Kleintierdurchlässe in der Zäunung vorzusehen oder es ist ein Bodenabstand von zehn bis 20 Zentimetern einzuhalten. Alternativ können ausreichend große Maschenweiten im bodennahen Bereich des Zauns die Durchgängigkeit für Kleinsäuger und Amphibien gewährleisten (Demuth & Maack 2019: 10; NABU & BSW-Solar 2021: 7, UM BW 2019: 57; MLUK 2021: 8).

Verschattungseffekte und die Umverteilung des Niederschlags, die aus der Überbauung resultieren, können reduziert werden, indem die Tiefe der Modultische begrenzt wird. Um eine ausreichende Versickerung in der Fläche zu gewährleisten, sollte die Tiefe der Modultische 6,5 m nicht übersteigen (NABU & BSW-Solar 2021: 7). Alternativ können die Module mit Montagefugen von etwa 20 Millimetern angebracht werden, sodass eine gleichmäßigere Verteilung des Niederschlags stattfindet. Um die Verschattungseffekte zu reduzieren und die Vegetationsentwicklung unter den Modultischen zu fördern, sollten die Modultische eine maximale Tiefe von fünf Metern aufweisen (Hietel et al. 2021a: 19), dies kann auch positiv auf die Arthropoden-Fauna wirken, da die Habitateignung bei sehr großer Tiefe der Modultische vermutlich aufgrund der ausgeprägten Schatten- und Trockenverhältnissen abnimmt (Hietel et al. 2021b: 34). Zwischen Modultischen und Geländeoberfläche sollte ein Mindestabstand von 80 Zentimetern eingehalten werden (NABU NRW 2022, Hietel et al. 2021a: 19), um die Lichtverfügbarkeit unter den Modultischen zu erhöhen und die spätere Pflege zu ermöglichen. Darüber hinaus sind ausreichend große Reihenabstände, ausreichend große Bereiche zwischen den Modulfeldern und auch breitere Montagefugen förderlich für die Licht- und Wasserverfügbarkeit (NABU & BSW-Solar 2021: 7).

Um weitere Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes und der Natur zu vermeiden, empfehlen NABU & BSW-Solar (2021) Erdkabel für den Netzanschluss zu verwenden.

Der im Rahmen der Eingriffsregelung anfallende Ausgleichsbedarf kann während der Planungsphase bereits abgeschätzt und in die Anlagenplanung einbezogen werden. Häufig kann ein Großteil des Ausgleichs innerhalb des Geltungsbereichs oder des Sondergebietes (der Anlagenfläche) realisiert werden, sodass weniger zusätzliche Ausgleichsflächen benötigt werden und der Druck auf die landwirtschaftlichen Flächen nicht zusätzlich erhöht wird.

Die Maßnahmenplanung bezieht sich sowohl auf Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen als auch auf Vermeidungsmaßnahmen. Im Sinne der Vermeidung ist es erforderlich, bspw. Gehölzrodungen nur im Zeitraum vom 1. Oktober bis zum 28. Februar durchzuführen, darüber hinaus sollten Bauzeitenregelungen, z. B. zum Schutz von Brutvögel und Amphibien, getroffen werden (UM BW 2019: 58, Demuth T& Maack 2019: 9f, MLUK 2021: 7). Der weitest mögliche Verzicht auf die Versiegelung, beispielsweise durch den Einsatz von Erddübel oder Rammprofilen statt Betonfundamenten, ist ebenso wie die Planung kurzer Erschließungs- und Anfahrtswege (ARGE PV 2007: 80), bei denen auf eine schwere Befestigung verzichtet

werden sollte, als Standard anzusehen. Fahrwege können besser als Schotterrasen angelegt (Demuth & Maack 2019: 10) und naturnah gestaltet werden (Hietel et al. 2021a: 26). Darüber hinaus sollten die Baumaßnahmen witterungsabhängig durchgeführt werden, eine ökologische oder bodenkundliche Baubegleitung kann freiwillig eingesetzt werden (MLUK 2021: 8, Günnewig et al. 2022b: 69, UM BW 2019: 59, Hietel et al. 2021a: 13). Auch der Verzicht auf eine großflächige Beleuchtung, auf Gewässerverfüllungen oder -verrohrungen und der Erhalt von Luftaustauschbahnen können geeignete Vermeidungsmaßnahmen darstellen.

Für die Kompensationsmaßnahmen (Ausgleich und Ersatz) bildet eine Begutachtung und Analyse des Standortes und der dort vorkommenden Arten und Habitat die Grundlage. Ausgleichsmaßnahmen, die einen engen räumlichen Bezug zu den beeinträchtigten Funktionen aufweisen und eine gleichartige Wiederherstellung der beeinträchtigten Funktionen, im Idealfall ohne zeitliche Unterbrechungen, ermöglichen, sollten Ersatzmaßnahmen vorgezogen werden. Die Maßnahmen sollten immer im Zusammenhang gesehen werden, sodass insbesondere für größere Anlagen ein gesamtträumliches Maßnahmenkonzept erforderlich ist.

Gerade für Maßnahmen, die über den obligatorischen Rahmen hinaus gehen, sind die Standortanalyse – hier auch der abiotischen Faktoren – und die darauf aufbauende Herleitung von standortangepassten Entwicklungszielen sowie die Identifizierung von Leit- und Zielarten von großer Bedeutung, sowohl in Bezug auf die Flora als auch in Bezug auf die Fauna (UM BW 2019: 47f). Bei der Ansaat der Flächen, die üblicherweise mit Regio-Saatgutmischungen (gebietseigen) erfolgt, kann dann anhand der erhobenen Daten (abiotische Parameter, vorhandene Pflanzengesellschaften, Boden, etc.) die Zielvegetation festgelegt und eine entsprechende Auswahl an Wildpflanzen getroffen werden. Bei der Auswahl der Pflanzen sollte darauf geachtet werden, dass wenigstens 30 zertifizierte Wildpflanzenarten in den Saatgutmischungen enthalten sind (Dullau 2022, Hietel et al. 2021a: 23) und es sich um niedrigwüchsige Arten handelt. Des Weiteren sollten die ausgewählten Arten die unterschiedlichen Standortbedingungen im Solarpark berücksichtigen. Um darüber hinaus auch Bestäuber zu fördern, sollten die Saatgutmischungen kräuterdominiert sein, Gräser sollten maximal ein Fünftel der verwendeten Arten ausmachen. Bereits bei der Auswahl der Pflanzen ist die spätere Pflege (Mahd oder Beweidung) zu berücksichtigen (Dullau 2022). Auch wenn optisch ansprechende Arten (z. B. Klatschmohn oder Kornblume) insbesondere für Laien oft den Eindruck einer vielfältigen und wertvollen Wiese vermitteln, sollten überwiegend langlebige Arten gewählt werden. Für das erste Jahr können aber durchaus auch einzelne „Hingucker“ gewählt werden, um eine positive Außendarstellung zu erleichtern.

Zusätzlich können weitere Strukturelemente wie Totholz, Offenbodenstellen, Blänken, dauerhafte (Klein-)Gewässer, Lesesteinhaufen etc. angelegt werden. Auch Nisthilfen können in die Maßnahmenplanung einbezogen werden (EULE II 2021:53ff; MLUK 2021: 7, Hietel et al. 2021a: 20). In Abhängigkeit des Standortes können auf Streuobstwiesen, Hochstaudenfluren, Brachstreifen oder Röhricht angelegt werden.

Beispiele für Maßnahmenlisten finden sich unter anderem in ARGE PV (2007), EULE II (2021) und Hietel et al. (2021a).

Pflege und Bewirtschaftung

Pflege und Bewirtschaftung der Flächen haben einen ebenso großen Einfluss auf den Erfolg, wie Planung, Anlagengestaltung und Umsetzung der Maßnahmen. Es ist regelmäßig davon auszugehen, dass auf großen Flächen innerhalb des Solarparks Grünland etabliert wird. Aber auch andere Zielbiotope und Habitate können angelegt werden (s. o.), dementsprechend ist ein differenziertes Pflegemanagement erforderlich.

Bei den Grünlandflächen steht häufig die Extensivierung im Vordergrund. Einerseits bedeutet dies den Verzicht auf Düngemittel und Pestizide und andererseits ein angepasstes, standortgerechtes Mahd- oder Weidekonzept (Demuth & Maack 2019: 11, MLUK 2021: 9, DNR et al. 2022: 5). Gerade auf Flächen, die zuvor intensiv landwirtschaftlich genutzt wurden, findet häufig zunächst eine Aushagerung statt. Dafür muss das Mahdgut abtransportiert werden. Altgrasstreifen stellen einen wichtigen Rückzugsraum für die verschiedenen Arten (insbesondere für Insekten) dar, sodass in regelmäßigen Abständen einzelne Streifen auf den Flächen belassen werden sollten.

Sowohl die Mahd der Flächen als auch die Beweidung sollte extensiv erfolgen, es sind auch kombinierte Ansätze möglich. Neben der Häufigkeit sind die Mahdtermine und die Mähtechnik von Bedeutung. Bei der Beweidung sind die Besatzdichte und die Art der Beweidung (Standweide oder Portionsweide) ausschlaggebend. Mit unterschiedlichen Konzepten können unterschiedliche Zielstellungen erreicht werden. Idealerweise berücksichtigt das Mahd- oder Beweidungskonzept die Standortverhältnisse, die Anforderungen der zu etablierenden Pflanzengesellschaft und die Zielarten. Tab. 24 fasst die wesentlichen Merkmale und Unterschiede von Beweidung und Mahd zusammen.

Tab. 24: Vergleichende Betrachtung von Beweidung und Mahd als Instrumente zur Offenhaltung von PV-Freiflächenanlagen. Quelle: ARGE PV 2007: 9 Tab. 8-1 in Anlehnung an Jessel et al. 2002 (verändert)

Kriterium	Beweidung	Mahd
Vegetationsstruktur	Ausbildung struktureller Unterschiede durch selektiven Verbiss und durch Viehtritt	Nahezu gleich ausgebildete Struktur durch gleiche Wirkung (Mahd) auf der Gesamtfläche
Mikrorelief des Bodens	Schonung und Neubildung z. B. durch Ameisen oder Maulwurf	Nivellierung
Bodenverdichtung	Lokale Trittstellen, Pfade	Nur wenig kleinräumige Unterschiede
Nährstoffverteilung	Unterschiedliche Verteilung der Nährstoffe durch tierische Exkrememente	Keine räumlichen Unterschiede
Nährstoffentzug	Bei Hütehaltung mit geringer Besatzdichte und ohne Nachtpferch möglich, jedoch nur sehr langsam	Bei fehlender Düngung und regelmäßiger Mahd mit Abtransport des Mahdgutes langsame standortabhängige Aushagerung möglich
Fauna	Mechanische Schäden durch Tritt, geringes Blüten- und Wirtspflanzenangebot	Vollständiger Verlust von Nahrungs- und Larvalbiotopen für bestimmte Tiergruppen bei vollständiger Mahd
Flora	Selektiver Verbiss einzelner Arten, Trittschäden, Vorherrschaft von Pflanzen, die durch die Weide begünstigt werden	Ausgeglichenes Konkurrenzverhältnis bei regelmäßiger Mahd nach Abblühen der Wiese

Bei der Mahd sollte zur Förderung der Insektenvielfalt die Kontinuität der Fläche gewährleistet werden, indem sich beispielsweise gemähte und ungemähte Bereiche mosaikartig abwechseln oder regelmäßigen Streifen stehen gelassen werden. Altgrasstreifen sollten einen Anteil von fünf bis zehn Prozent der Fläche ausmachen. Auch die Art und Weise wie gemäht wird, also die „Fahrmuster“ und das verwendete Mähwerk (Balkenmäher, Kreiselmäher, etc.) sind Stellschrauben einer insektenfreundlichen Mahd. Wie die Mahd unter den speziellen Bedingungen, die vor Ort im Solarpark vorherrschen – maßgeblich sind insbesondere die Reihenabstände – gestaltet werden kann, muss im Einzelfall erarbeitet werden. Auf größeren freien Flächen sollte so gemäht werden, dass die Tiere fliehen können und nicht in die Enge

getrieben werden. Dazu können die Flächen von innen nach außen gemäht werden, Schutzstreifen können stehen gelassen werden oder die Flächen können von einer Seite zur anderen gemäht werden (LLH 2021). Des Weiteren sind die Schnitthöhe, die Tageszeit, zu der gemäht wird, und die Geschwindigkeit, mit der gemäht wird, relevant, wenn Individuenverluste vermieden werden sollen. Die Initiative „Natürlich Bayern“ des Deutschen Verbands für Landschaftspflege (DVL) e.V. hat 2020 die „Praxisempfehlung insektenschonende Mahd“ herausgegeben.

Unerwünschte Neophyten sollten regelmäßig entfernt werden. Bei Hecken- und Baumpflanzungen sind Anwuchskontrollen wichtig, Ausfälle müssen ersetzt werden. Bei Obstbäumen sind regelmäßige Erziehungs- und Pflegeschritte erforderlich, Strauchhecken sollten alle zwölf bis 15 Jahre verjüngt werden. Sofern Gewässer angelegt und integriert werden, sind sie entsprechend der Zielarten zu pflegen. Weitere Strukturelemente (Lesesteinhaufen, Trockenmauern, etc.) sind jährlich auf ihre Funktionalität zu prüfen (UM BW 2019: 59ff).

Eine extensive Beweidung kann gerade in schwer zugänglichen Bereichen eine gute Alternative zur Mahd darstellen. Bei der Beweidung ist zu beachten, dass – in Abhängigkeit der eingesetzten Tiere – ein selektiver Verbiss zu erwarten ist. Die Anlagengröße bestimmt, ob die Fläche als Stand- oder Portionsweise genutzt werden kann und welche Besatzdichte mit den Pflegezielen vereinbar ist. Auch eine Hutehaltung ist in bestimmten Fällen denkbar. In jedem Fall muss die Versorgung (Tränke) der Tiere gewährleistet sein. Ein separater Unterstand ist nicht zwingend erforderlich, wenn die Tiere die Modultische als Unterstand nutzen können. Die Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft hat gemeinsam mit dem Landesamt für Ländliche Entwicklung, Landwirtschaft und Flurneuordnung Brandenburg und der Landwirtschaftskammer Niedersachsen die Broschüre „Beweidung von Photovoltaik-Anlagen mit Schafen – Herausforderungen an die Bauweise der Anlage und die Haltung der Schafe, die Vertragsgestaltung sowie die Vergütung“ herausgegeben (LfL 2019). Dort finden sich wertvolle Hinweise, die von Vorhabenträgern und Planenden berücksichtigt werden sollten, um nicht nur eine für den Naturschutz optimierte Beweidung zu ermöglichen, sondern auch das Tierwohl und die Wirtschaftlichkeit für die Schäfer zu berücksichtigen.

Monitoring

Das Monitoring ist ein zentrales Instrument, um die Wirksamkeit der Maßnahmen zu prüfen. Die Kontrollen sollten mindestens nach zwei, fünf und zehn Jahren durchgeführt werden, die Überprüfung spezieller Artenschutz- und Förderungsmaßnahmen sollte nach einem, nach drei, fünf und zehn Jahren erfolgen (UM BW 2019: 63). Kurz- bis mittelfristig zeigt der Vorher-Nachher-Vergleich, ob die Maßnahmen zum gewünschten Ergebnis führen, sollten Defizite festgestellt werden, kann gegengesteuert werden. Langfristig können die regelmäßigen Kontrollen und Bestandserfassungen helfen, die Rolle von Solarparks als Trittsteinbiotope und Vernetzungselemente in der Agrarlandschaft zu bewerten. Um weitere Aussagen, beispielsweise zu noch offenen Forschungsfragen, treffen zu können, sollten die Daten zentral gesammelt und idealerweise nach Standorttypen, Anlagentypen oder Naturräumen ausgewertet werden.

6 Floating PV-Anlagen

6.1 Marktübersicht Floating PV-Anlagen – bundesweit, europaweit, global

Vorbemerkung: Die zugrundeliegenden Daten für die Darstellungen in diesem Kapitel beruhen nicht auf Vollständigkeit. Für die installierten Floating PV-Anlagen (auch FPV-Anlagen) gibt es aktuell noch keine bestehende Datenbank und die Aufarbeitung des Anlagenbestandes beruht daher auf eigenen Recherchen sowie Abschätzungen (z. B. pv-magazine Deutschland, pv-magazine international, Solar Energy Water, Photon, Solarserver.de, Fraunhofer ISE, BayWa r.e., Sungrow, Ciel & Terre, Ocean Sun, Belectric, Sunseap, Scotra). Konkrete Informationen zu Anlageninstallationen lassen sich vor allem für Projekte im asiatischen und europäischen Raum finden. Die Informationslage zu Projekten im amerikanischen, sowie afrikanischen Raum ist hingegen eher spärlich. Nichtsdestotrotz kann durch den Abgleich mit anderen wissenschaftlichen Quellen und Recherchen gefolgert werden, dass zum Stand Juni 2023 die global installierte Leistung bei ca. 3,5 Gigawatt liegt. 2021 lag die weltweit installierte Leistung bei etwa 2,6 Gigawatt (Fraunhofer ISE 2023). Dies entspricht lediglich einem Drittel Prozent der global installierten PV-Leistung.

Weltweit sind die meisten schwimmenden Solaranlagen auf industriellen Speicherbecken, auf Trinkwasserreservoiren und Bewässerungsteichen installiert. Ein großes Potenzial besteht bei den Staubecken von Wasserkraftwerken, da dort bereits die Infrastruktur für den Transport des Stroms existiert (Piana 2019). An diesem Standort wurden auch die ersten schwimmenden PV-Anlagen installiert (Esteves Galdino & de Almeida Olivieri 2017). Würden zehn Prozent der weltweiten Staueeen von Kraftwerken mit Floating PV-Anlagen belegt, könnte nach Einschätzung von Almeida et al. (2022) so viel Strom erzeugt werden, wie derzeit durch fossile Kraftwerke bereitgestellt wird. Abdelal (2021) sieht weitere Potenziale für Floating PV auf landwirtschaftlichen Bewässerungsanlagen, Rosa-Clot et al. (2017) auf Abwasserbecken. Aufgrund des Kühlungseffekts des Wassers wird am Beispiel von Australien ein erhöhter Stromertrag und eine stark verringerte Verdunstung angeführt (ebd.). Sahu et al. (2016) diskutieren als weitere mögliche Standorte für Floating PV-Anlagen Speicherbecken für Weinberge, Fischfarmen, Dämme und Kanäle, darüber hinaus Lagunen, Küstengewässer und das Meer.

Abb. 13 zeigt den schwimmenden Solarpark Bomhofspas (Niederlande), der eine Kapazität von 27,4 Megawattpeak umfasst und 2020 die größte schwimmende PV-Anlage außerhalb Chinas war (BayWa r.e. 2023).



Abb. 13: Floating PV-Anlage Bomhofsplas (Copyright BayWa r.e.) In Deutschland hat Floating PV derzeit noch eine nachrangige Bedeutung und kann als Nischentechnologie bezeichnet werden. Dies ist zum einen auf höhere Investitionskosten, zum anderen aber auch auf die bisher begrenzte Förderung im EEG 2021 und auf die Regularien (Abstand zum Ufer und Bedeckung der Wasseroberfläche) des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) 2023 zurückzuführen. Anlagen ohne Förderungen waren in den letzten Jahren kaum rentabel.

Grundsätzlich ist eine Floating PV-Anlage förderfähig, wenn die Vergütungs- und Fördervoraussetzungen einer sonstigen baulichen Anlage nach dem gültigen EEG 2023 erfüllt sind. Mit dem Inkrafttreten des EEG 2023 zum 01.01.2023²⁰ wurden die bis dahin über die Innovationsausschreibungsverordnung (InnAusV) geförderten Floating PV-Anlagen in die Freiflächenausschreibungen (Segment 1) nach § 37 Abs. 1 EEG 2023 integriert, wodurch eine dauerhafte Perspektive für solche Anlagen geschaffen werden sollte. Der besondere Fördertatbestand gilt für Anlagen mit Inbetriebnahme ab dem 1. Januar 2023 bzw. wenn deren Gebotswert ab diesem Stichtag ermittelt wurde. Nach § 37 Abs. 1 Nr. 2 Buchstabe j²¹ und § 48 Abs. 1 Nr. 4 sind schwimmende Solaranlagen dann vergütungsfähig, wenn sie entweder auf einem künstlichen Gewässer im Sinne des § 3 Nr. 4 WHG oder auf einem erheblich veränderten Gewässer nach § 3 Nr. 5 WHG erbaut werden.

Der Gesetzgeber entspricht damit dem bisherigen Leitgedanken des EEG, bereits umweltseitig beeinträchtigte oder vorbelastete Standorte vorrangig für die Solarstromerzeugung vorzusehen. Damit grenzt er sich auch von der Festsetzung der Bundesnetzagentur (BNetzA 2021) zur Innovationsausschreibungsverordnung (InnAusV) ab, in der noch alle Gewässer potenziell für Floating PV-Anlagen unter der Bedingung freigeben waren, dass sie den wasserrechtlichen Genehmigungsvoraussetzungen entsprechen (Kap. 10.1.1). Ergänzend zu den Förderungsvoraussetzungen sind durch das Wasserhaushaltsgesetz seit Januar 2023

²⁰ Eingeführt durch Art. 2 Ziff. 39 des Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor vom 20. Juli 2022, BGBl 2022 I Nr. 28 vom 28. Juli 2022, S. 1237 ff.

²¹ Nach dem Gesetzentwurf zum sog. Solarpaket I sollen FPV-Anlagen nunmehr verschoben werden nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. f) EEG 2023. Sie sollen mithin in Zukunft als „besondere Solaranlage“ geführt werden, wodurch ihrer besonderen Kostenstruktur Rechnung getragen werden soll.

generelle Regularien für die Zulassung von Floating PV-Anlagen in Deutschland festgelegt: Nach § 36 Abs. 3 WHG darf eine Solaranlage nicht errichtet und betrieben werden (Nr. 1) in und über einem oberirdischen Gewässer, das kein künstliches oder erheblich verändertes Gewässer ist, und (Nr. 2) in und über einem künstlichen oder erheblich veränderten Gewässer, wenn ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes a) die Anlage mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche bedeckt oder b) der Abstand zum Ufer weniger als 40 Meter beträgt.

Der 15-Prozent-Wert wie auch der Ausschluss von natürlichen, gewässerökologisch zumeist höherwertigen Gewässern beruht neben dem Leitgedanken des EEG auch auf dem umweltrechtlichen Vorsorgeprinzip. In dem Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor wird dies damit begründet, dass die gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen derzeit noch weitgehend unbekannt sind (Bundesregierung 2022). Die Anwendung des Vorsorgeprinzips wird auch dadurch unterstützt, dass sich ca. drei Viertel der deutschen Seen bisher nicht einem guten ökologischen Zustand oder Potenzial befindet und diese Zielstellung nach § 4 WRRL bzw. § 29 WGH bis 2027 erreicht werden sollte (UBA 2021b).

Der Ausbau von Floating PV in Deutschland ist im Rahmen der rechtlichen Bestimmungen möglich. Durch die Ausschreibungspflicht im EEG ab 750 kW bzw. ab dem EEG 2023 ab 1.000 kW installierter Leistung bestand eine indirekte Restriktion. Größere Anlagen können nur dann eine finanzielle Förderung nach dem EEG in Anspruch nehmen, wenn ein Zuschlag in den EEG-Ausschreibungen erlangt wird. Aufgrund der höheren Kosten von Floating PV-Anlagen haben diese kaum Wettbewerbschancen gegenüber PV-Freiflächenanlagen und wurden deshalb auf eine Leistung unterhalb der Ausschreibungsgrenze dimensioniert und zum Teil in mehreren Bauabschnitten realisiert. Aktuell können Floating PV-Anlagen unter Berücksichtigung der o. g. Vorgaben im § 36 Abs. 3 WHG realisiert werden. Daraus resultiert die aktuell installierte Leistung in Deutschland von ungefähr 14 Megawatt (vgl. Tab. 25).

Die bisher in Deutschland realisierten Floating PV-Projekte sind zum Großteil Eigenversorgungsanlagen mit Teileinspeisung (und wurden noch unter den regulierten Leistungsvorgaben im EEG in Höhe von 750 kW- erbaut), welche nur einen Teil ihrer Erzeugung ins Netz einspeisen.

Die derzeit größten Anlagen sind auf dem Cottbuser Ostsee (21 Megawatt auf 18 Hektar Fläche) sowie auf dem Philippsee bei Bad Schönborn (15 Megawatt auf 8,7 Hektar Fläche) geplant (LEAG 2023, Landkreis Karlsruhe 2023).

Andere europäische Länder, wie die Niederlande, Österreich oder Frankreich, haben bisher eine größere Anzahl und auch größere Floating PV-Anlagen als Deutschland realisiert. In den Niederlanden, in Sellingen in der Region Groningen, befindet sich die derzeit größte Anlage außerhalb des asiatischen Raumes mit einer installierten Leistung von 41,4 Megawatt. Unter den größten Anlagen im europäischen Raum befinden sich hauptsächlich niederländische Anlagen mit installierten Leistungen von 25 bis 30 Megawatt (Solarserver 2021).

Der europäische Floating PV-Ausbau ist verglichen mit den in Asien installierten Floating PV-Leistungen jedoch eher gering. Von weltweit ca. 3,5 Gigawatt installierter Floating PV-Leistung entfallen etwa elf Prozent (etwa 375 MW) auf den europäischen Markt, wohingegen Asien mit ca. 88 Prozent (knapp 3,1 GW) das Marktgeschehen dominiert. Abb. 14 zeigt eine prozentuale Darstellung der Verteilung der Leistungen von Floating PV.

Tab. 25: Realisierte bzw. in Bau befindliche Floating PV-Vorhaben in Deutschland (Quelle: Marktstammdatenregister und eigene Recherchen; Stand Juli 2023)

Bundesland	Ort (Quelle)	Leistung [MW]	Fläche [ha]	Inbetriebnahme	Gewässerart
Baden-Württemberg	Renchen (1)	0,75	0,79	2019	Baggersee
Thüringen	Nobitz (2)	0,75 + 0,74	0,92	2020	Kieswerk
Nordrhein-Westfalen	Weeze (Vorselaer) (3)	0,75	0,5	2020	Baggersee/ Kieswerk
Sachsen-Anhalt	Altmarkkreis (Salzwedel) (4)	0,73 + 1,8	k. A.	2020	Wasserzweischenspeicher
Rheinland-Pfalz	Leimersheim (5)	2 x 0,74	1,31	2020/2021	Baggersee/ Kieswerk
Nordrhein-Westfalen	Haltern am See (6)	3,1	1,8	2022	Baggersee
Bayern	Segenthal (7)	1,62	k. A.	2022	Baggersee
Baden-Württemberg	Ostrach (8)	0,75	k.A.	2023	Baggersee/ Kieswerk
Thüringen	Immelborn (9)	0,75	0,45	2023	Baggersee
Rheinland-Pfalz	Waldsee (10)	0,75	k. A.	2023	Kieswerk
Brandenburg	Cottbuser Ostsee (11)	21	18	In Bau (Inbetriebnahme Ende 2024)	Tagebausee
Nordrhein-Westfalen	Hückelhoven (12)	0,78	k. A.	2023, in Planung	Baggersee/ Kieswerk
Baden-Württemberg	Bad Schönborn (13)	15	8,7	2022 genehmigt	Baggersee

Quellen: 1 = Erdgas Südwest 2020, 2 = Pfalzsolar 2020, 3 = Großjohann 2020, 4 = Ciel & Terre 2022, 5 = Erdgas Südwest 2022, 6 = WDR 2023, 7 = Max Bögl 2022, 8 = Südkurier 2023, 9 = Cemex 2023, 10 = Intech Clean Energy 2023, 11 = LEAG 2023, 12 = Schnelle 2020, 13 = Landkreis Karlsruhe 2023

Die größte derzeit installierte Floating PV-Anlage mit dem Namen Wenzhou Taihan ging Ende 2021 in China ans Netz. Die Anlage weist eine installierte Leistung von 550 Megawatt auf und wurde auf einem Fischteich bzw. einer Fischzucht installiert (Bellini 2022). Andere große Floating PV-Projekte im asiatischen Raum wurden neben der Installation auf Fischzuchtgewässern vor allem auf Stauseen, Bewässerungsreservoirs und gefluteten Kohlegruben realisiert. In Europa werden Floating PV-Projekte oftmals auf Baggerseen, Kiesseen, Sandgruben oder Wasserreservoirs realisiert.

Die meisten bisher weltweit realisierten Projekte sind in Größenordnung bis zu fünf Megawatt anzusiedeln, auch wenn diese nur einen geringen Teil an der gesamten installierten Kapazität ausmachen (vgl. Abb. 14). Es wurden nur Projekte erfasst, die eine Anlagengröße größer 500 Kilowatt aufweisen und durch Pressemitteilungen bekannt gegeben wurden. Eine Vollständigkeit der Angaben kann daher nicht gewährleistet werden. Die Darstellung basiert auf eigenen Literaturrecherchen.

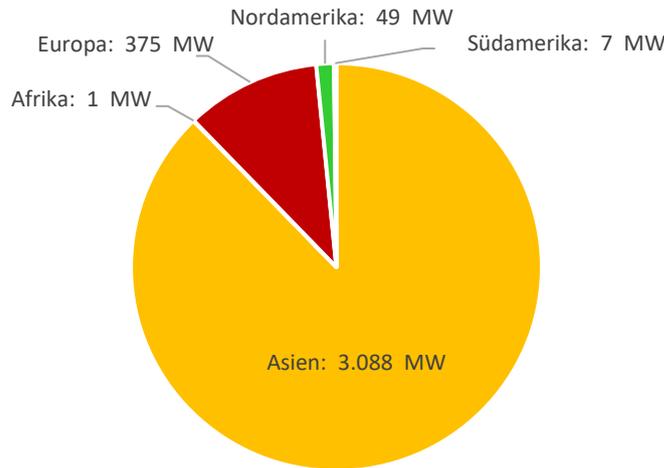


Abb. 14: Regionale Verteilung der weltweit installierten Leistung für Floating PV-Anlagen (gerundet).

Grundsätzlich lässt sich der deutlich höhere Ausbau in Asien mit den deutlich anderen Umwelt- und Investitionsbedingungen erklären. In Europa kommen teilweise potenziell geeignete Gewässer aufgrund vorsorgender Umwelt- und Naturschutzaufgaben nicht für Floating PV-Projekte in Frage, woraus sich unter anderem die geringere installierte Leistung begründen lässt.

Nichtsdestotrotz sind auch in Europa einige, auch größere, Floating PV-Anlagen in Planung. Je nach Mitgliedsland sind die rechtlichen und geographischen Voraussetzungen jedoch sehr unterschiedlich. Entwicklungen in den Niederlanden und auch Portugal, lassen erkennen, dass auch Anlagengrößen von bis zu 100 Megawatt in Europa möglich sind (Sanchez Monlina 2023). Im Vergleich dazu wird im asiatischen Raum aber bereits von Leistungen über der Ein-Gigawatt-Grenze gesprochen. Das Potenzial für schwimmende Solaranlagen ist daher weltweit, sowohl in Asien als auch in Europa, aber auch im afrikanischen und südamerikanischen Raum (mit einer großen Anzahl an Stauseen) weiterhin vorhanden und noch nicht annähernd ausgeschöpft.

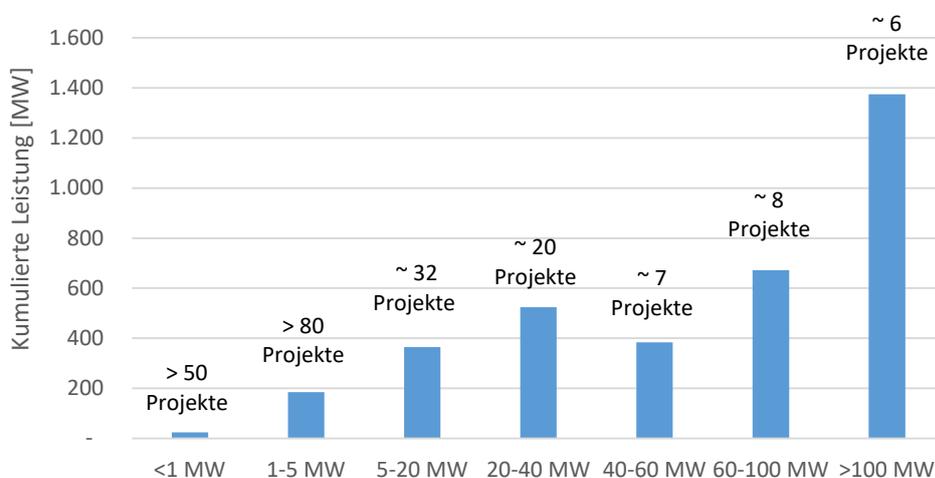


Abb. 15: Verteilung der weltweit installierten Floating PV-Anlagen nach Leistungsklasse und unter Angabe der jeweiligen Projektanzahl (Eigene Darstellung)

6.2 Umweltauswirkungen

6.2.1 Technische Beschreibung

Floating PV-Anlagen sind in der technischen Entwicklung und Umsetzung je nach Hersteller und Gewässertyp sehr vielfältig (Friel et al. 2019). Unterschiedliche Systeme sind patentiert (Fuhs 2020; BayWa r.e. 2023). Neben den technischen Komponenten der Anlage sind die Installation in der Bauphase und die Wartung nach Inbetriebnahme zu beachten.

Konstruktion und Komponenten (Anlage)

Bei der Errichtung werden die PV-Module auf einer Trägerkonstruktion (bspw. aus Aluminium) befestigt, die wiederum auf einem Schwimmkörper installiert ist, welcher die Gesamtanlage über der Wasseroberfläche hält. Übliche Schwimmkörper sind insbesondere PVC-Hohlkörper. Viele Hersteller setzen mittlerweile auf lebensmittelechte Kunststoffe wie bspw. HDPE (High density polyethylene) (Schmidt 2019). Auch die Schwimmkörper der ersten deutschen FPV-Anlage in Leimersheim bestehen aus HDPE (Erdgas Suedwest 2022).

Das Schwimmsystem wird über Verankerungen am Grund des Gewässers gesichert (s. Abb. 16). Gängig sind u. a. Betonfundamente, die mit der schwimmenden Anlage vertäut sind. Dabei werden auch mehrere Arten und Kombinationen der Vertäuung (bspw. Stahlseil, Polyesterseil, Stahlkette) verwendet. Die Art und Länge der Vertäuung richtet sich nach der Tiefe des Gewässers, den Wasserstandschwankungen und dem Windaufkommen (World Bank Group et al. 2018). Entsprechend dieser dynamischen Faktoren ist eine gewisse Schwankungsbreite vorhanden, sodass die Schwimmkonstruktion nicht lagegenau fixiert ist und sich innerhalb eines begrenzten Raums auf der Wasseroberfläche bewegt (Erdgas Südwest 2022).

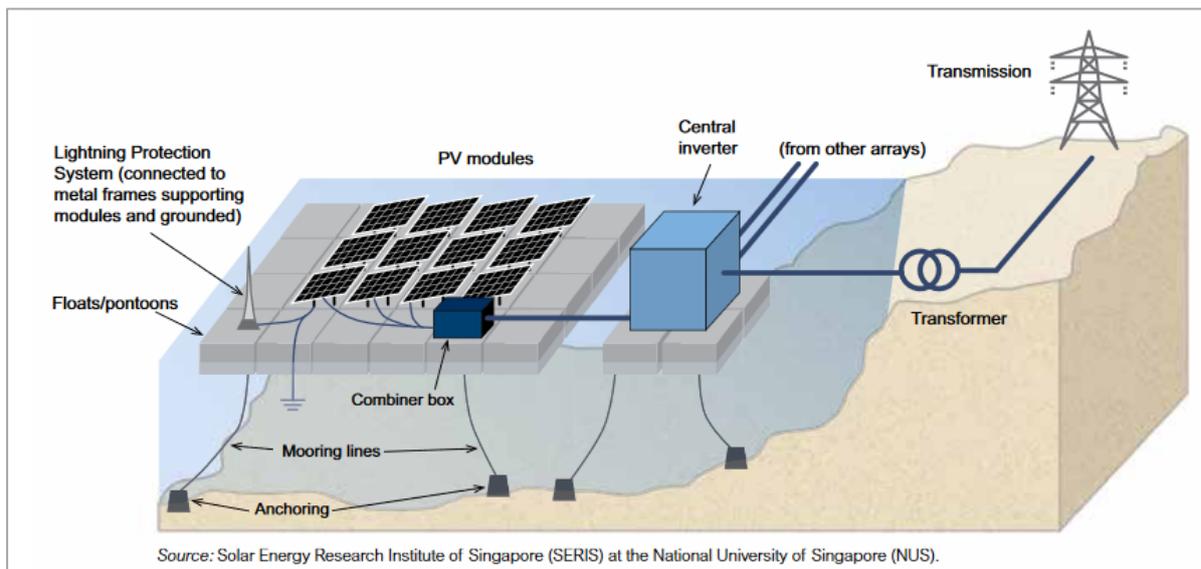


Abb. 16: Schematische Darstellung einer schwimmenden PV-Anlage (World Bank, ESMAP, SERIS 2018) Die Anlage ist über Stromleitungen und zum Teil über einen Steg mit dem Land verbunden, wo sich ggf. noch weitere feste Einrichtungen befinden. Die vom Schwimmsystem abführenden Kabel können je nach Anlage über oder unter Wasser liegen. Der generierte Strom der PV-Module wird über eine „combiner box“ (Generatorenanschluss) zu einem Wechselrichter (Central Inverter) geleitet, an dem der erzeugte Gleichstrom in Wechselstrom überführt wird. Der Transformator (transformer) hat weiterhin die Aufgabe, die Spannung auf die Netzspannung des örtlichen Stromnetzes, z. B. 20 Kilovolt, anzuheben. Zum Teil verfügen die Floating PV-Anlagen auch über eine schwimmende Transformatorenstation (BayWa r.e.

AG 2023). An der Übergabestation wird der Strom entweder in das öffentliche Stromnetz eingespeist oder für den Eigenbedarf in das Kieswerk geleitet. Abb. 17 zeigt, wie die einzelnen Schwimmelemente bzw. Stränge auf dem See verankert werden.



Abb. 17: Installation der Solarmodule einer schwimmenden PV-Anlage (Copyright BayWa r.e.) **Installation und Wartung (Bau und Betrieb)**

Die Montage schwimmender PV-Anlagen wird in der Regel in räumlicher Nähe des zukünftigen Standorts durchgeführt. Eine gängige Praxis ist der nur wenig Landfläche beanspruchende Vorgang der „Fließband-Fertigung“, bei dem die einzelnen Module und Schwimmkörper über Rollbahnen auf die Wasserfläche gelassen werden.

Zum einwandfreien Betrieb bedarf es einer Wartung der Anlage. So werden ggf. alle paar Monate die Glasflächen gereinigt und dabei hauptsächlich die Staubschicht entfernt. In der Regel wird die Anlage überwacht, um sie vor Beschädigung zu schützen, aber auch Freizeitnutzer vor Unfällen, insbesondere im Hinblick auf die nicht ersichtlichen Verankerungen unter Wasser (Erdgas Südwest 2022).

6.2.2 Spezifische Auswirkungen auf die Umwelt, insbesondere Gewässer

Entsprechend ihrer technischen Merkmale sind mit Floating PV-Anlagen unterschiedliche Umweltauswirkungen verbunden. Aus dem Bauablauf und Betrieb lassen sich Wirkfaktoren ableiten, die sich auf die Schutzgüter bzw. die Qualitätskomponenten der betroffenen Wasserkörper und Landbereiche auswirken können. Da es sich bei Floating PV um einen neuen Vorhabentyp handelt, können die bestehenden Erfahrungen der Instrumente des Wasser- und Naturschutzrechts nur begrenzt übertragen werden.

Vor diesem Hintergrund wurde eine Literaturrecherche zu den Umweltauswirkungen von schwimmenden Solaranlagen durchgeführt. In den Plattformen/Suchmaschinen Google scholar, ResearchGate und ScienceDirect wurden mit unterschiedlichen Begriffen recherchiert („ecological impacts of floating pv“, „effects of floatovoltaics on aquatic ecosystems“,

„floating pv environmental impact“, „floating pv“, „floating pv impact“, „schwimmende pv anlagen umwelt“; Stand Juni 2023).

Die meisten verfügbaren Veröffentlichungen sind international und diskutieren geeignete Standorte und Nutzungsaspekte von Floating PV-Anlagen, insbesondere in Bezug auf die Stromerzeugung, die Bewässerung oder die Anpassung an die Folgen des Klimawandels durch die Verringerung der Verdunstung. Dass für Floating PV-Anlagen keine Landflächen verwendet werden, wird übereinstimmend als großer Vorteil gegenüber landbasierten PV-Anlagen gesehen.

Zu den spezifischen Umweltauswirkungen von Floating PV liegen derzeit noch keine abgesicherten Erkenntnisse vor. Die meisten Veröffentlichungen basieren auf Hypothesen und Experteneinschätzungen: Zum einen zielen sie darauf, das Potenzial von Floating PV für die menschliche Nutzung auszuweiten; zum anderen werden potenziell schädigende Auswirkungen identifiziert, um vorsorglich darauf reagieren zu können. Vereinzelt wurden empirische Untersuchungen durchgeführt. Im Folgenden werden einige Studien aus Europa vorgestellt, um einen Eindruck über die aktuellen Untersuchungsmethoden zu geben.

Die Niederlande gehören zu den führenden Nationen in Europa in Bezug auf Floating PV (de Lima et al. 2021). Um die Umweltauswirkungen besser einschätzen zu können, wurden unter einem schwimmenden Solarpark und an einem Referenzstandort im offenen Wasser biologische und chemische Parameter überwacht. Mit einer Unterwasserdrohne wurden vertikale Messprofile der Wasserqualität erhoben. Unter den Sonnenkollektoren wurde die Temperatur gemessen und darüber die Windgeschwindigkeit. Einige Monate nach dem Bau des Parks siedelten sich unter den schwimmenden Paneelen kleine Muscheln an („biofouling layer“). Darüber hinaus wurden Vögel auf den Plattformen gesichtet. Die bisherigen Daten werden von den Autoren allerdings selbst als nicht ausreichend beurteilt, um eine belastbare Einschätzung der spezifischen Auswirkungen von schwimmenden Solaranlagen zu liefern (de Lima et al. 2021).

Die erste empirische Studie zu den gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen in Deutschland wurde 2023 vom Fraunhofer Institut für Solare Energie Systeme (ISE) veröffentlicht (Ilgen et al. 2023). An einer der größten kommerziellen deutschen Anlagen, die sich auf dem 37 Hektar großen Baggersee Maiwald bei Renchen im Oberrheintal befindet, wurden 2021 die Auswirkungen der Anlage auf die Wassertemperatur, den Energiehaushalt und die thermische Schichtung eines Sees quantifiziert. Neben den Messstationen auf und an der Anlage befand sich eine Referenzmessstelle im freien Wasser. Unterhalb der Anlage wurden eine 73 prozentige Verringerung der Bestrahlungsstärke gegenüber der Seeoberfläche und eine durchschnittliche Verringerung der oberflächennahen Windgeschwindigkeit in Modulhöhe um 23 Prozent festgestellt.

Anhand eines dreimonatigen Datensatzes wurde auch ein „Seemodell“ eingerichtet und Szenarien simuliert. Um die Auswirkungen von Floating PV-Anlagen unter den extrem heißen und trockenen klimatischen Bedingungen des Jahres 2018 zu veranschaulichen, wurden die Temperatur-Profile von drei simulierten Szenarien mit 15 Prozent, 50 Prozent und 90 Prozent Modulbelegung mit der Referenzmessstelle verglichen. Bei allen Szenarien bildete sich die thermische Schichtung im Sommer, wurde aber mit zunehmender Modulbelegung instabiler. Während bei einer Flächenbelegung von 15 Prozent die Schichtungsperiode keinen Unterschied zur Referenzmessstelle aufwies, verkürzte sich beim 50 Prozent-Szenario der Schichtungszeitraum um eine Woche und beim 90 Prozent-Szenario um bis zu zwei Wochen. Demnach führt eine Seebedeckung mit schwimmenden PV-Modulen im Sommer zu einer instabileren und kürzeren thermischen Schichtung, was die Auswirkungen des Klimawandels ab-

mildern könnte. Allerdings zeigte eine Sensitivitätsanalyse, dass eine verstärkte Windreduzierung durch die schwimmende Solaranlage einen erheblichen Einfluss auf die thermischen Eigenschaften des Sees haben und umgekehrt die Auswirkungen des Klimawandels verstärken kann. Vor diesem Hintergrund weisen die Autoren darauf hin, dass weiterer Forschungsbedarf besteht, um die Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf die biochemischen Prozesse im Wasserkörper sowie die Abstimmung der Anlagen auf maximale Erträge bei minimalen Auswirkungen auf das Ökosystem des Sees beurteilen zu können (Ilgen et al. 2023).

Von Seiten des Fraunhofer ISE sollen weitere Untersuchungen zu Floating PV durchgeführt werden. Anfang 2024 beginnt das Vorhaben „PV2Float – Technologieentwicklung für schwimmende PV-Kraftwerke und deren Implementierung zum Einsatz auf künstlichen Gewässern“ (Fraunhofer ISE 2023). Auch das Bundesamt für Naturschutz plant in 2024 mit praktischen Untersuchungen zu den Auswirkungen von schwimmenden Solaranlagen auf Arten und Lebensräume zu starten.

In einer Anfrage zu schwimmenden Solaranlagen stellte das Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (KNE) den Sachstand zu den Umweltauswirkungen von Floating PV-Anlagen mit Stand von Ende 2022 dar (KNE 2022). Ein halbes Jahr später veröffentlichte der Expertenkreis Seen der Länderarbeitsgemeinschaft Wasser die „Arbeitshilfe für die gewässerökologische Beurteilung von Seen als Standorte für schwimmende Photovoltaikanlagen („FPV-Anlagen“)“ (LAWA 2023). Das Papier soll als behördeninterne Arbeitshilfe im wasserrechtlichen Vollzug bei fachlichen Fragen und in Wasserrechtsverfahren unterstützen.

Vor diesem Hintergrund gibt Tab. 26 einen Überblick über den aktuellen Stand der Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf Oberflächengewässer und Uferbereiche in Deutschland. Dabei wird der Katalog möglicher Wirkungen für die FFH-Verträglichkeitsprüfung auf Folgenprüfungen im limnischen Bereich erweitert (Lambrecht & Trautner 2007: 21). Für die FFH-Verträglichkeitsprüfung ist das Landschaftsbild kein Schutzgut. Da dieses im Rahmen der Eingriffsregelung jedoch eine besondere Rolle spielt, wird es hier ergänzt.

Während in den ersten beiden Spalten die Wirkfaktorgruppen und einzelnen Wirkfaktoren stehen, sind in der dritten Spalte die Auswirkungen auf Oberflächengewässer, Uferbereiche und das Landschaftsbild angegeben, wie sie sich nach gegenwärtigem Kenntnisstand darstellen.

Ein „direkter Flächenentzug“ (Gruppe 1) findet in der Regel nicht statt, da die Module schwimmend auf einem Gewässer errichtet werden und somit keine Versiegelung stattfindet. Dies wird übereinstimmend als einer der zentralen Vorteile von schwimmenden gegenüber landbasierten PV-Anlagen angesehen (z. B. de Lima et al. 2021, KNE 2022, LAWA 2023). Aus demselben Grund sind Wirkfaktoren der „Habitat- und Nutzungsstruktur“ (Gruppe 2) auch nur kleinräumig zu betrachten, wenn etwa die Uferbereiche von Seen zur Verankerung der Anlage, für Stege, Wechselrichter oder Transformator beansprucht werden. Bei der Einschätzung der Auswirkungen von FPV-Anlagen auf das Landschaftsbild (Gruppe 7) ist zu beachten, dass die Anlage in der Regel flach auf dem See schwimmt und daher keine auffällige Sichtmarkierung darstellt.

Tab. 26: Hypothetische und empirische Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf Oberflächengewässer, Uferbereiche und das Landschaftsbild (Stand Juli 2023)

Wirkfaktorgruppen	Wirkfaktoren	Auswirkungen	Quellen
1. Direkter Flächenentzug	Überbauung / Versiegelung	Verringerung der Wasseroberfläche (Schonung von Land), Entzug von Nutzungsfläche zur wassergebundenen Erholung, ggf. Entzug von Habitatfläche für gewässernutzende Vögel und für an der Gewässeroberfläche jagende Fledermausarten	3h, 7h, 10h
2. Veränderung der Habitatstruktur / Nutzung	Direkte Veränderung von Vegetations- / Biotopstrukturen	Inanspruchnahme von Röhrichten, Ufergehölzen etc.	10h
3. Veränderung abiotischer Standortfaktoren	Veränderung des Bodens bzw. Untergrundes	Inanspruchnahme von Uferbereichen für Wechselrichter, Transformator, Stege etc.	
		Verankerung der Anlage an Land oder auf dem Gewässerboden	12h
		Einbringen von Hartsubstraten in den See Körper	
	Veränderung der hydrologischen / hydrodynamischen Verhältnisse	Verringerte Luft-Wasser-Oberfläche	2h, 9e
		Verringerung des Sauerstoffeintrags, Entstehung von anaeroben Prozessen, Freisetzung von Methan	2h, 3e
		Verringerung der Photosynthese	3e
		Verringerung der Windgeschwindigkeit, Veränderung des Schichtungsverhaltens von Seen	8h, 9e, 10h
	Veränderung der hydrochemischen Verhältnisse (Beschaffenheit)	Veränderung der Konzentration von Nitrat, Orthophosphat	3e, 4e, 7h, 15h
	Veränderung der Temperaturverhältnisse	Verringerung der Wassertemperatur im Sommer	2h, 4e, 8h
		Erhöhung der Wassertemperatur im Winter	8h
		Verringerung der Eisbedeckung im Winter	8h
Veränderung anderer standort-, vor allem klimarelevanter Faktoren (z. B. Belichtung, Verschattung)	Verringerung der Verdunstung	1h, 4e, 5h, 6h, 7h, 10h	
	Verschattung der Standorte von Wasserpflanzen und dem Gewässerkörper insgesamt	8h, 10h	
4. Barriere- oder Fallenwirkung / Individuenverlust	Anlagebedingte Barriere- oder Fallenwirkung / Individuenverlust, Habitatverlust	Einschränkung der Seefläche für Insekten, Fledermäuse und Wasservögel, Lockwirkung und Verwechslung	10h, 16e

Wirkfaktorgruppen	Wirkfaktoren	Auswirkungen	Quellen
		der Modulflächen mit Gewässerflächen durch Insekten (Eiablage)	
5. Nichtstoffliche Einwirkungen	Licht (auch: Anlockung)	Reduzierung des Lichteinfalls, Beschattung	1h, 8h, 9e
		Verringerung von Algenblüten	1h 2h, 4e, 5h, 7h, 10h
	Mechanische Einwirkung (z. B. Tritt, Luftverwirbelung, Wellenschlag)	Verringerung der Windverhältnisse	3e, 8h
		Schutz der Uferbereiche gegenüber Wellenschlag	7h
	elektromagnetische Felder	ggf. Beeinflussung von Fischen und Rundmäulern	13h, 14h
6. Stoffliche Einwirkungen	Schwermetalle/Mikropolyethylene	Auswaschung von (Kunst-)stoffen und Schwermetallen	10h, 11e
7. Visuelle Einwirkungen	Großflächige horizontale Strukturen auf der Wasserfläche	Veränderung des Landschaftsbildes, Einschränkung der Freizeit- und Erholungsnutzung	16

Legende: h = Hypothese/Experteneinschätzung; e = empirische Untersuchung

Quellen: 1 = Almeida et al. 2022; 2 = Exley et al. 2021; 3 = de Lima et al. 2021; 4 = Abdelal 2021; 5 = Rosa-Clot et al. 2017; 6 = Sahu et al. 2016; 7 = Esteves Galdino & de Almeida Olivieri 2017; 8 = LAWA 2023; 9 = Ilgen et al. 2023; 10 = KNE 2022; 11 = Mathijssen et al. 2020; 12 = BayStMB 2021; 13 = Essak & Gosh 2022; 14 = Costa 2017; 15 = Ziar et al. 2020; 16 = BPM Ingenieure 2021; Horvat et al. 2010

Bezüglich der „Barriere- oder Fallenwirkung / Individuenverlust“ (Gruppe 4) können Floating PV-Anlagen in Abhängigkeit vom Bedeckungsgrad bewirken, dass die nutzbare Seefläche für Insekten, Fledermäuse und Wasservögel eingeschränkt wird und diese ggf. in bestimmten Bereichen ihre Habitate verlieren: Beim Anflug und der Landung auf dem Wasser können Vögel behindert werden, ebenso beim Jagen über der Wasseroberfläche oder auch der Nahrungssuche unter Wasser (Wirkfaktor 2-1). Dies betrifft ebenso Fledermäuse und Insekten. Es wurde allerdings auch beobachtet, dass sich Vögel auf den Anlagen und zwischen den Solarpanelen aufhielten und diese möglicherweise für den Nestbau nutzen könnten (de Lima 2021: 14). Ebenso besteht die Möglichkeit, dass gewässergebundene Insektenarten die Moduloberflächen mit Wasserflächen verwechseln und ggf. bei der Eiablage beeinträchtigt werden.

Im Hinblick auf „stoffliche Einwirkungen“ (Gruppe 6) wurde in einer holländischen Studie festgestellt, dass an sieben Trinkwasser-Reservoirs von den Solarpanelen und Anlagenteilen geringe Mengen von Schwermetallen freigesetzt wurden. Allerdings waren die Konzentrationen geringer als die internationalen Grenzwerte für Trinkwasser (Mathijssen et al. 2020: 809f.). In Deutschland werden für die Hohlkörper lebensmittelechte Kunststoffe aus HDPE (High density polyethylene) verwendet, die für den Gebrauch auf Trinkwasserreservoirs zugelassen sind (Kap. 6.2.1). Ebenso sind Unterkonstruktionen aus Zink-Magnesium mit einer hohen Korrosionsbeständigkeit oder aus einer dünnen hydroelastischen Polymerträger-Schwimmmembran (UV-beständig) unbedenklich für den Einsatz in Wasser. Die Länderarbeitsgemeinschaft Wasser fordert in ihrer Arbeitshilfe zu FPV-Anlagen generell den Einsatz von High Density Polyethylen sowie die Anwendung von speziellen Stahlzink-Beschichtungsverfahren für Anlagenteile, um die Einträge in den Wasserkörper langfristig zu minimieren

(LAWA 2023: 7). Bei der genehmigten Anlage auf dem Cottbusser Ostsee besteht die Vorder- und Rückseite der PV-Module aus Glas, wodurch keine Mikromaterialien ins Wasser gelangen können (BPM Ingenieure 2022).

Die hydrochemischen Verhältnisse eines Sees können sich auch durch Nährstoffeinträge ändern, beispielsweise wenn sich Vogelkot auf den Modulen bei Regen löst. Bei der Anlage in Leimersheim stellen Verschmutzungen durch Vogelkot kein Problem dar. Die Vögel, z. B. Kanadagänse, lassen sich auf den Flächen nicht nieder, da diese offenbar zu glatt für sie sind (Erdgas Suedwest 2022). Bei zwei holländischen Studien wurden hingegen Vögel auf den Modulen gesichtet (de Lima et al. 2021: 14; Ziar et al. 2020). Demnach halten sich Vögel weniger auf geneigten PV-Modulen auf, häufiger auf horizontal liegenden, die sie als Ruhebereiche und sogar zum Brüten nutzen. Insofern treten dort auch deutlichere Mengen an Kot auf (Ziar et al. 2020: 11).

Die Nährstoffkonzentration im See kann auch durch Verschattung zunehmen. In einem Experiment mit insgesamt sechs Pontons wiesen Li et al. (2011) nach, dass die Verschattung die Lichtintensität im Wasser reduziert, wobei diese mit steigender Wassertiefe exponentiell abnahm. Dadurch wurde das Algenwachstum (Chlorophyll-a-Gehalt sowie Algenzellichte) signifikant gehemmt und die Konzentrationen von Stickstoff und Phosphor erhöht.

Bei den „nichtstofflichen Einwirkungen“ (Gruppe 5) gibt es über Wirkungsketten indirekte Zusammenhänge mit der „Veränderung abiotischer Standortfaktoren“ (Gruppe 3). Beispielsweise kann eine Floating PV-Anlage zur Verringerung der Windverhältnisse auf dem Gewässer führen (de Lima et al. 2021), was einerseits die Uferbereiche gegenüber Wellenschlag schützt (Esteves Galdino & de Almeida Olivieri 2017), andererseits das Schichtungsverhalten von Seen zu beeinflussen vermag. Weiterhin kann die Reduzierung des Lichteinfalls dazu beitragen, die Wassertemperatur zu senken und Algenblüten zu vermindern (Almeida et al. 2022, Exley et al. 2021, Abdelal 2021).

An diesen Beispielen wird deutlich, dass der „Veränderung abiotischer Standortfaktoren“ (Gruppe 3) unter den gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV eine zentrale Rolle zukommt. Indem die Wasseroberfläche verringert wird, beeinflusst die Anlage die hydrologischen und hydrodynamischen Verhältnisse (Exley et al. 2021). Dies kann zu einem verringerten Sauerstoffeintrag führen (de Lima et al. 2021), ggf. mit der Bildung anaerober Prozesse und der Freisetzung von Methan (Exley et al. 2021). Wird die Windgeschwindigkeit verringert, kann dies das Schichtungsverhalten von Seen verändern (LAWA 2023, Ilgen et al. 2023). Als Folge können die Wassertemperaturen im Sommer verringert und im Winter erhöht werden, was wiederum die Eisbedeckung im Winter vermindern kann (Exley et al. 2021, Abdelal 2021, LAWA 2023). Von besonderer Bedeutung ist die Verschattung, die sich insbesondere ungünstig auf die Standorte von Wasserpflanzen auswirken kann und die davon abhängige Nahrungskette (KNE 2022). In Abhängigkeit von der Größe der Module führt sie auch zu einer verringerten Verdunstung, was sich hinsichtlich des anthropogenen Klimawandels als vorteilhaft erweisen kann. Durch die Verschattung heizt sich der Wasserkörper weniger stark auf und die Verdunstung nimmt ab (Rosa-Clot et al. 2017, Esteves Galdino & de Almeida Olivieri 2017, Almeida et al. 2022, Abdelal 2022, KNE 2022). Gerade in semiariden Regionen wird dieser Effekt von schwimmenden Solaranlagen neben der Stromerzeugung als sehr bedeutsam eingeschätzt (Exley et al. 2021).

Wie die vorliegenden Veröffentlichungen zeigen, liegt der Schwerpunkt der Untersuchung zu den Auswirkungen von Floating PV auf den abiotischen Standortfaktoren von Oberflächengewässern, bisher jedoch kaum auf der aquatischen Tier- und Pflanzenwelt. Mögliche Folgen

der Anlagen für Fische, die benthische wirbellose Fauna (Makrozoobenthos) oder Wasserpflanzen werden nur indirekt betrachtet. Am häufigsten wird die Einschränkung des Pflanzenwachstums durch Verschattung angeführt (z. B. KNE 2022, LAWA 2023).

Bei den hypothetischen und empirisch nachgewiesenen Wirkungen von Floating PV-Anlagen auf die Oberflächengewässer handelt es sich in der Regel nicht um lineare Effekte, sondern um vielschichtige Wirkungsketten. Diese können in Abhängigkeit von der Aufständigung der Module, vom Bedeckungsgrad der Anlage und den gewässerökologischen Eigenschaften bestimmte Schutzgüter über unterschiedliche Stufen der Nahrungskette sowohl vorteilhaft als auch nachteilig verändern. Dies erschwert die Prognose der konkreten Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf die einzelnen Schutzgüter bzw. Qualitätskomponenten deutlich.

Die wenigen durchgeführten empirischen Studien über Umweltauswirkungen von Floating PV-Anlagen lassen tendenziell erkennen, dass einerseits die Risiken geringer ausfallen könnten als angenommen, und andererseits ggf. auch Vorteile von Floating PV-Anlagen bestehen, um nachteilige Folgen des anthropogenen Klimawandels für Gewässer abzumildern. Gleichzeitig könnten sich einige Auswirkungen auf Schutzgüter möglicherweise als bedeutender herausstellen als bisher vermutet. Dazu gehören zum Beispiel die Folgen für Wasservögel, wenn deren Habitate von Anlagen bedeckt werden. Aus diesen Gründen sind weitere empirische Studien und Untersuchungen erforderlich, um belastbare Ergebnisse zu den gewässerökologischen Auswirkungen von schwimmenden Solaranlagen abzuleiten und die Ergebnisse in die Genehmigungspraxis einfließen zu lassen (Almeida et al. 2022; Exley et al. 2021). In jedem Fall ist es sinnvoll, die realen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf einen See mittels eines begleitenden mehrjährigen Monitorings zu überwachen und zu dokumentieren. Die LAWA empfiehlt ein Monitoring über die Dauer von mindestens drei Jahren. Zunächst sollte ein Jahr vor der Installation der Anlage untersucht werden, anschließend zwei weitere Jahre (LAWA 2023: 5).

6.3 Flächenpotenziale von Floating PV-Anlagen auf Seen in Deutschland

6.3.1 Rahmenbedingungen zur Ableitung der Flächenpotenziale

Welche Flächenpotenziale für die Floating PV in Deutschland vorhanden sind, hängt zum einen von den rechtlichen Rahmenbedingungen ab, zum anderen von den fachlichen Kriterien, die eine natur- und gewässerverträgliche Errichtung und Nutzung erlauben.

Die rechtlichen Rahmenbedingungen beruhen auf den Definitionen der oberirdischen Gewässer und deren anthropogener Beeinflussung. Während § 3 Wasserhaushaltsgesetz (WHG) als Kategorien oberirdische Gewässer, Küstengewässer inklusive Meeresgewässer und Grundwasser anführt, verwendet § 2 Oberflächengewässerverordnung (OGewV) für „oberirdische Gewässer“ im Sinn des Wasserhaushaltsgesetzes den Begriff „Oberflächengewässer“ und differenziert diese weiter in Flüsse, Seen, Übergangsgewässer und Küstengewässer.

Im Hinblick auf die anthropogene Beeinflussung werden entsprechend der EU-Wasserrahmenrichtlinie natürliche Gewässer (natural water bodies, NWB), erheblich veränderte Gewässer (heavily modified water bodies, HMWB) und künstliche Gewässer (artificial water bodies, AWB) unterschieden. Als erheblich verändert wird ein oberirdisches Gewässer oder Küstengewässer bezeichnet, wenn es durch den Menschen so stark in seiner Gestalt verändert ist, dass es den guten ökologischen Zustand ohne eine signifikante Beeinträchtigung der Gewässernutzungen nicht mehr erreichen kann und diese Nutzungen aber auch nicht ersetzt werden können. Künstliche Gewässer sind von Menschenhand geschaffene Gewäs-

ser, wie etwa Kanäle oder Tagebauseen. Die Einstufung erfolgt nach § 28 WHG. Ein natürlicher Wasserkörper wird hingegen kaum oder weniger stark genutzt, hat also noch viele seiner natürlichen Eigenschaften (BMUV/UBA 2022: 21). Gemäß Artikel 4 Abs. 3 Wasser-Rahmenrichtlinie (WRRL) muss die Ausweisung von erheblich veränderten und künstlichen Wasserkörpern alle sechs Jahre überprüft werden und kann sich auch ändern (LAWA 2015).

Nach § 36 Abs. 3 WHG darf eine Solaranlage nur auf einem künstlichen oder erheblich veränderten Gewässer errichtet werden. Die vier Typen von Oberflächengewässern – Seen, Flüsse, Übergangsgewässer und Küstengewässer –, die künstlich oder erheblich verändert sind, weisen eine unterschiedliche Eignung für schwimmende Solaranlagen auf.

Die geringste Eignung für Floating PV-Anlagen kommt den Übergangs- und Küstengewässern zu. Die großen Übergangsgewässer – die Unterläufe von Eider, Ems, Weser und Elbe – werden zum einen intensiv als Schifffahrtsstraßen genutzt, zum anderen weisen sie besondere naturschutzfachliche Eigenschaften auf (z. B. Salzwassergradient, Natura 2000-Gebiete) und kommen daher als Standorte überwiegend nicht in Frage. Bei Küstengewässern wird die technische Realisierung von Floating PV-Anlagen aufgrund von Wind, Wellen und Salzspray deutlich einschränkt (Hooper et al. 2021), auch wenn hier weltweit eine hohe Dynamik zu verzeichnen ist (Kreutzmann 2022). Beide Kategorien werden hier nicht weiter betrachtet.

Eine gewisse Eignung als Standort für schwimmende Solaranlagen kommt den erheblich veränderten und künstlichen Flüssen und Seen zu. Bei künstlichen Flüssen handelt es sich in der Regel um Kanäle, die aufgrund der Schifffahrt meist nicht für Floating PV genutzt werden können. Bei erheblich veränderten Flüssen stellen Hochwasserabfluss, Verklausung, Treibholz, Wasserspiegelschwankungen und Eisstau planerische Herausforderungen für die Sicherheit der Anlagen dar (BayStMB 2021: 35). Hingegen kommen Stauseen und Talsperren durchaus als Standorte in Betracht. Werden Flüsse mit Seen verglichen, weisen letztere deutliche Vorteile auf, da hier die Floating PV-Anlagen einfacher verankert werden können und in der Regel kein Schiffsverkehr vorliegt. Bisher wurden in Deutschland Floating PV-Anlagen auch nur auf Seen errichtet (Kap. 6.1).

6.3.2 Ableitung der Flächenpotenziale für Floating PV-Anlagen auf Seen

Im Folgenden wird untersucht, welche Seen in Deutschland sich aus Sicht des Gewässer- und Naturschutzes als Standort für Floating PV-Anlagen eignen und welche technisch und wirtschaftlich nutzbaren Potenziale an Fläche und Leistung jeweils vorhanden sind. Dabei werden das maximale Flächenpotenzial von 100 Prozent, ein moderates Flächenpotenzial von 25 Prozent (Szenario) und das vorsorgeorientierte Potenzial von 15 Prozent entsprechend § 36 WHG berechnet.

Das Fraunhofer ISE hat bereits 2020 eine Potenzialabschätzung für Floating PV auf Braunkohletagebauseen in Deutschland durchgeführt (Fraunhofer-ISE 2020). Durch den Braunkohletagebau entstanden in Deutschland knapp 500 Tagebauseen mit einer Gesamtfläche von 47.251 Hektar. Die meisten davon liegen in Brandenburg (29,8 Prozent), Sachsen-Anhalt (28,2 Prozent) und Sachsen (15,7 Prozent). Der Abschätzung von ISE zufolge beträgt das technisch nutzbare Potenzial für Floating PV auf Braunkohletagebauseen 56 Gigawatt-peak (GW_p). Werden Freizeitaktivitäten, Tourismus, Natur- und Landschaftsschutz abgezogen sowie Tagebauseen mit weniger als einem Hektar Fläche oder erheblichen Seetiefenschwankungen sowie Seen, die keine Verankerung der Anlage am Ufer zulassen, ergibt sich ein wirtschaftlich erschließbares Potenzial von 4,9 Prozent der theoretischen Seefläche, was einer installierten Leistung von 2,74 GW_p in Deutschland entspricht.

In einer anderen Studie des Fraunhofer ISE wurden die Potenziale verschiedener PV-Anlagentypen für Deutschland ermittelt. Demnach haben die derzeit theoretisch nutzbaren Gewässerflächen von künstlichen Seen für Floating PV ein energetisches Potenzial von 44 GW_p (Enkhardt 2021).

Im Jahr 2022 hat das Fraunhofer ISE auch das theoretische Potenzial für Floating PV auf Baggerseen in Baden-Württemberg ermittelt (Fraunhofer ISE 2022). Dabei wurden drei verschiedene Flächenbelegungsszenarien für die 71 betrachteten aktiven Baggerseen dargestellt:

- Zehn Prozent der Seefläche sind mit PV engräumig belegt, dies würde 0,28 Gigawatt ergeben.
- 45 Prozent der Seefläche sind mit PV engräumig belegt, daraus würdet eine Leistung von 1,13 Gigawatt resultieren.
- 100 Prozent der Potenzialfläche sind mit PV weiträumig belegt, sodass 1,07 Gigawatt Leistung erzielt werden könnten.

Die Lage der Seen, die als geeignet oder bedingt geeignet eingestuft wurden, kann im Energieatlas der Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg eingesehen werden (LUBW 2022).

Vor dem Hintergrund dieser Potenzialanalysen werden in dieser Studie unterschiedliche Datensätze herangezogen, um das flächenbezogene sowie das energetisch nutzbare Potenzial an Seen für Floating PV-Anlagen in Deutschland transparent abzuleiten. Hierfür wird das Flächenpotenzial sukzessive um folgende Aspekte verringert:

1. Ausschluss der natürlichen Seen
2. Ausschluss von Schutzgebieten, insbesondere von Nationalparks und Naturschutzgebieten
3. Ausschluss von Überschwemmungsgebieten
4. Anrechnung von 15 Prozent der verbleibenden Seeoberfläche gemäß § 36 Abs. 3 WHG

In dem Bericht „Die Wasserrahmenrichtlinie. Gewässer in Deutschland 2021“ (BMUV/UBA 2022: 21) findet sich eine Übersicht über die Anzahl der Oberflächen- und Grundwasserkörper in Deutschland (s. Tab. 27).

Tab. 27: Statistik der Oberflächen- und Grundwasserkörper (BMUV/UBA 2022)

Gewässerkategorie	Anzahl Wasserkörper	Länge oder Fläche	
		Summe	Durchschnitt
Flüsse	8.925	137.030 km	15 km
Seen	738	2.423 km ²	3 km ²
Übergangsgewässer	5	834 km ²	167 km ²
Küstengewässer inkl. Hoheitsgewässer	79	14.450 km ²	200 km ²
Grundwasser	1.291	358.000 km ²	284 km ²

Fachdaten: WasserBLICK/BfG & Zuständige Behörden der Länder, 29.03.2022

Bearbeitung: Umweltbundesamt, Daten der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA)

Diese Auswertung basiert auf Wasserkörpern, die gemäß WRRL bewertet sind. Die entsprechenden Daten werden von der Bundesanstalt für Gewässerkunde (BfG) bereitgestellt und

für die Berichterstattung Deutschlands an die EU-Kommission verwendet. Maßgeblich ist hier der Lake Water Body-Datensatz der BfG, der natürliche, erheblich veränderte und künstliche Wasserkörper unterscheidet. Da natürliche Seen gemäß § 36 WHG von einer Nutzung für Floating PV ausgeschlossen sind, wird der Lake Water Body-Datensatz für die Abschätzung der Flächenpotenziale herangezogen. Allerdings umfasst er nicht die kleinen Seen und Standgewässer in Deutschland.

Nach Anlage 1 Nr. 2.2 OGewV gelten Seen als Wasserkörper, wenn sie eine Mindestfläche von 0,5 Quadratkilometer bzw. 50 Hektar aufweisen. Dann sind sie in Bezug auf die Bewirtschaftungspläne und Maßnahmenprogramme gegenüber der EU-Kommission berichtspflichtig. Der Lake Water Body-Datensatz, der für die Berichterstattung an die EU-Kommission verwendet wird, beinhaltet acht Seen, die kleiner als 0,5 Quadratkilometer sind. Entsprechend der aktuellen Marktübersicht werden Floating PV-Anlagen in Deutschland derzeit jedoch vor allem auf Seen dieser Größenordnung installiert.

Um Hinweise auf die Größenverteilung der Seen zu erlangen, wird eine Auswertung des Bundesamts für Naturschutz herangezogen. Dabei werden fünf Größenklassen nach Bundesländern unterschieden, darunter auch Seen kleiner als 0,5 Quadratkilometer.

Tab. 28: Gesamtoberfläche und Anzahl der Seen nach Größenklassen in den Bundesländern (verändert nach BfN 2004)

Gesamtoberfläche und Anzahl der Seen nach Größenklassen in den Bundesländern							
Bundesland	Gesamtanzahl	Gesamtoberfläche	Anzahl Seen mit einer Oberfläche [km ²]				
			< 0,5	0,5-1	1-10	10-100	> 100
Baden-Württemberg*	86	394,2 km ²	62	17	6	0	1
Bayern	284	403,1 km ²	193	48	38	5	0
Berlin	34	28,2 km ²	25	3	6	0	0
Brandenburg	507	546,6 km ²	262	135	107	3	0
Bremen	1	0,9 km ²	0	1	0	0	0
Hamburg	5	2,7 km ²	3	1	1	0	0
Hessen	30	24,7 km ²	19	7	4	0	0
Mecklenburg-Vorpommern	405	679,9 km ²	192	101	102	9	1
Niedersachsen	131	120,2 km ²	89	21	19	2	0
Nordrhein-Westfalen	142	128,8 km ²	79	32	27	4	0
Rheinland-Pfalz	41	22,5 km ²	28	8	5	0	0
Saarland	5	2,7 km ²	3	1	1	0	0
Sachsen	235	260,1 km ²	136	49	48	2	0
Sachsen-Anhalt	76	99,0 km ²	43	19	12	2	0
Schleswig-Holstein	188	250,5 km ²	102	36	46	4	0
Thüringen	58	53,2 km ²	31	17	9	1	0
Summe	2228	3017,3 km²	1267	496	431	32	2

Quellen: BfN 2004; © Geobasis-DE/BKG 2003; Stand der Daten: 12.2003 / 12.2008

Ausführliche Quelle: BfN – Bundesamt für Naturschutz (2004): Daten zur Natur 2004. Münster

* inklusive Flächenanteil des Bodensees auf deutschem Staatsgebiet

Demnach sind in Deutschland 2.228 Seen mit einer Gesamtoberfläche von 3.017,3 Quadratkilometer vorhanden, wobei die östlichen Bundesländer Mecklenburg-Vorpommern und Brandenburg den größten Anteil stellen. Insgesamt werden 1.267 Seen kleiner 0,5 Quadratkilometer angegeben. Demgegenüber sind in der Studie des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes deutlich weniger Seen angegeben, insgesamt 738 mit 2.423 Quadratkilometer (BMUV/UBA 2022). Um Hinweise auf das Potenzial für Floating PV auf den kleinen, nicht-berichtspflichtigen Seen zu erhalten, wird die Oberfläche der Seen in der Studie des Bundesumweltministeriums und des Umweltbundesamtes von der Gesamtoberfläche der Übersicht des Bundesamtes für Naturschutz, die keine Größenbeschränkung aufweist, abgezogen, was 594 Quadratkilometer ergibt.

Da die Daten des Bundesamtes für Naturschutz jedoch aus dem Jahr 2008 stammen, wird in dieser Untersuchung der aktuelle Datensatz des Digitalen Landschaftsmodells (DLM250) des Bundesamts für Kartographie und Geodäsie (BKG) verwendet, der keine Größenbeschränkung aufweist. Allerdings unterscheidet er nicht nach natürlichen, erheblich veränderten und künstlichen Seen wie dies beim Lake Water Body-Datensatz der Fall ist.

Um bei der Analyse der Flächenpotenziale für Floating PV auch Restriktionen durch den Naturschutz zu erkennen, werden weitere Daten des Bundesamts für Naturschutz einbezogen. Darüber hinaus werden Überschwemmungsgebiete als Ausschlussfläche für schwimmende Solaranlagen berücksichtigt. Tab. 29 gibt einen Überblick über die verwendeten Daten.

In Bezug auf Gewässer sind die Datensätze des 3. Bewirtschaftungszyklus der Wasserrahmenrichtlinie (2022-2027) relevant. Diese werden mit der Grenze der Bundesrepublik Deutschland verschnitten, damit bei grenzüberschreitenden Gewässern wie dem Bodensee keine Anteile aus anderen Staaten einbezogen werden.

Tab. 29: Daten zur Auswertung der Potenziale von Seen in Deutschland für Floating PV

Datensätze	Quelle
Digitales Landschaftsmodell 1:250000 (DLM250, Ebene: gew01_f - Gewässerflächen, Objektart: 44006 AX_StehendesGewaesser) (2023)	Bundesamt für Kartographie und Geodäsie
WaterBody-DE, Wasserkörper-DE, 3 Zyklus (AM_lakeWaterBody_DE) (2023)	Bundesanstalt für Gewässerkunde
Überschwemmungsgebiete-DE, 3 Zyklus (AM_floodplain_DE) (2023)	Bundesanstalt für Gewässerkunde
FFH-Gebiete Deutschlands (2019)	Bundesamt für Naturschutz
Landschaftsschutzgebiete Deutschland (2019)	Bundesamt für Naturschutz
Nationale Naturmonumente (2020)	Bundesamt für Naturschutz
Nationalparke (2021)	Bundesamt für Naturschutz
Naturparke (2021)	Bundesamt für Naturschutz
Naturschutzgebiete Deutschlands (2019)	Bundesamt für Naturschutz
RAMSAR-Gebiete Deutschlands (2021)	Bundesamt für Naturschutz
Vogelschutzgebiete Deutschlands (SPA) (2019)	Bundesamt für Naturschutz
Biosphärenreservate Deutschlands (Kern- und Pflegezonen; 2021)	Bundesamt für Naturschutz

Ableitung des Flächenpotenzials von Seen für Floating PV

Zur Ableitung des Flächenpotenzials von Seen für Floating PV werden der Lake Water Body- und der DLM-Datensatz verglichen. Acht der insgesamt 738 Seen sind beim Lake Water Body-Datensatz zwar kleiner als 0,5 Quadratkilometer und daher nicht berichtspflichtig, werden in dieser Analyse aber beibehalten.

Demgegenüber weisen die Daten des Digitalen Landschaftsmodells keine Größenbeschränkung auf und umfassen 14.642 Seen und Standgewässer mit 3.693 Quadratkilometer. Unter diesen befinden sich viele Kleinstgewässer wie Teiche und Tümpel, die voraussichtlich nicht für Floating PV-Anlagen geeignet sind. Daher werden anhand der Größe von fünf Hektar bzw. 0,05 Quadratkilometer zwei Klassen gebildet. Zum Vergleich wird auch der Lake Water Body-Datensatz entsprechend aufgeteilt (s. Tab. 30).

Tab. 30: Größenverteilung der Standgewässer in Deutschland

Datensatz	< 5 ha (0,05 km ²)		≥ 5 ha (0,05 km ²)		Gesamt	
	Anzahl	Fläche	Anzahl	Fläche	Anzahl	Fläche
Lake Water Body	0	0 km ²	738	2.215 km ²	738	2.215 km ²
Digitales Landschaftsmodell (DLM)	6.211	201 km ²	8.431	3.492 km ²	14.642	3.693 km ²

Die Übersicht zeigt, dass 6.211 von 14.642 Seen (42 Prozent) des DLM-Datensatzes weniger als 0,05 Quadratkilometer Fläche haben. Die Fläche dieser kleinen Seen entspricht mit 201 Quadratkilometer allerdings nur fünf Prozent der Gesamtfläche aller Seen dieses Datensatzes. Mit einer Gesamtoberfläche von 2.215 Quadratkilometer enthält der Lake Water Body-Datensatz keine Seen dieser Größenordnung. Dieser Umstand erklärt den Unterschied zwischen den Gesamtoberflächen dieser Datensätze.

Im Folgenden wird angenommen, dass alle Standgewässer größer/gleich 0,05 Quadratkilometer Fläche für Floating PV-Anlagen geeignet wären. Auf einem fünf Hektar großen See ließe sich unter Beachtung des Uferabstandes von 40 Metern eine Anlagenfläche von etwas über zwei Hektar realisieren. Wird zusätzlich die maximale Belegung von 15 Prozent einbezogen, reduziert sich die zulässige Anlagenfläche auf 0,75 Hektar, sodass eine Anlage mit einer Leistung von etwa 750 kW realisiert werden könnte. Für den Eigenbedarf im Kiesabbau sind einige solcher Anlagen im Betrieb. Demnach sind 738 Seen mit 2.215 Quadratkilometer Gesamtoberfläche (Lake Water Body) bzw. 8.431 Seen mit 3.492 Quadratkilometer (DLM) als Flächenpotenzial für Floating PV vorhanden (s. Tab. 31).

Tab. 31: Flächenpotenziale von Seen in Deutschland für Floating PV

Anzahl	Fläche	Durchschnitt	Anteil BRD	Quelle/Datensatz
738	2.215	3,00 km ²	0,62 %	Lake Water Body
8.431	3.492	0,41 km ²	0,98 %	Digitales Landschaftsmodell (Seen ≥ 5 ha)

Beim DLM-Datensatz stehen 7.693 Seen und 1.277 Quadratkilometer mehr zur Verfügung als beim Lake Water Body-Datensatz, die vor allem die nicht-berichtspflichtigen Kleingewässer zwischen 0,05 und 0,5 Quadratkilometer umfassen. Demgegenüber hat der Vergleich des BfN-Datensatzes mit dem des BMUV/UBA nur eine Fläche von 594 Quadratkilometern ergeben. Hier zeigt sich, dass die Auswertung mit DLM ein aktuelleres Bild ergibt und ungefähr das doppelte Potenzial bereitstellt.

Am Rande sei auf ein weiteres Ergebnis hingewiesen: Werden beim DLM-Datensatz nur die berichtspflichtigen Seen größer/gleich 0,5 Quadratkilometer selektiert, ergeben sich 936 Seen mit einer Gesamtoberfläche von 2.491 Quadratkilometer. Die Differenz zum Lake Water Body-Datensatz beträgt 198 Seen, mit einem zusätzlichen Flächenpotenzial von 276 Quadratkilometer.

Ausschluss der natürlichen Seen

Nach § 36 Abs. 3 Nr. 1 WHG darf eine Solaranlage nicht in und über einem oberirdischen Gewässer errichtet und betrieben werden, das kein künstliches oder erheblich verändertes bzw. ein natürliches Gewässer ist. Um die natürlichen Seen aus der Potenzial-Untersuchung auszuschneiden, wird der Lake Water Body-Datensatz verwendet, weil dieser Informationen zum menschlichen Einfluss aufweist.

Tab. 32: Nutzbare Flächenpotenziale der Seen in Deutschland für Floating PV-Anlagen unter Abzug der natürlichen Gewässer (Datensatz: Lake Water Body, BfG 2023)

	Anzahl	Fläche	Durchschnittsfläche	Anteil BRD
Gesamtbestand Gewässer	738	2.215 km ²	3,00 km ²	0,62 %
• davon natürlich	520	1.810 km ²	3,48 km ²	0,51 %
• davon erheblich verändert und künstlich	218	405 km ²	1,86 km ²	0,11 %
• davon erheblich verändert	105	220 km ²	2,10 km ²	0,06 %
• davon künstlich	113	185 km ²	1,64 km ²	0,05 %

Entsprechend dieser Betrachtung verbleiben 218 erheblich veränderte und künstliche Seen mit einem Flächenpotenzial von 405 Quadratkilometer. Werden diese den 520 natürlichen Seen mit 1.810 Quadratkilometer Gesamtoberfläche gegenübergestellt, ergibt sich ein Ausschluss von ca. 78 Prozent der Seeoberfläche Deutschlands durch Floating PV.

Da der Lake Water Body-Datensatz fast nur die berichtspflichtigen Seen umfasst, werden bei obiger Berechnung die nicht-berichtspflichtigen Seen kleiner 0,05 Quadratkilometer nicht einbezogen. Für diese Kategorie liefern die derzeit verfügbaren Datensätze der BfG oder des BfN keine Informationen zur Einstufung der Seen als natürlich, erheblich verändert oder künstlich. Einen Hinweis liefert das Umweltbundesamt. Demnach liegt die Anzahl natürlicher Seen in Deutschland bei mehr als 12.000. Die meisten sind während der Eiszeit entstanden und daher jünger als 20.000 Jahre. Sie befinden sich vor allem in den Jungmoränengebieten der norddeutschen Tiefebene und des Alpenvorlandes sowie in den Alpen (UBA 2023).

Zu den künstlichen Seen gehören die Tagebauseen. Durch die Flutung alter Braunkohle-Tagebaue entstehen in Deutschland etwa 500 neue, künstliche Seen. Etwa 100 von ihnen sind größer als 0,5 Quadratkilometer und fallen damit unter die Vorgaben der Wasserrahmenrichtlinie.

Ausschluss ausgewählter Schutzgebiete

Als weiteres Kriterium für die Standortwahl eines Sees für eine Floating PV-Anlage wird angenommen, dass er ganz oder teilweise als Schutzgebiet nach § 23 ff. BNatSchG ausgewiesen ist. Für die hier vorliegende GIS-Auswertung werden folgende Schutzgebietskategorien ausgewählt und als Restriktion gesetzt:

- Naturschutzgebiet nach § 23 BNatSchG
- Nationalpark und Nationale Naturmonumente nach § 24 BNatSchG
- Biosphärenreservat (Kern- und Pflegezone) nach § 25 BNatSchG
- Landschaftsschutzgebiet nach § 26 BNatSchG
- FFH-Gebiet und Vogelschutzgebiet nach § 34 BNatSchG
- Feuchtgebiete internationaler Bedeutung (Ramsar-Gebiet) gemäß Ramsar Konvention

In Tab. 33 werden die 738 Seen des Lake Water Body-Datensatz der BfG mit einer Fläche von 2.215 Quadratkilometer daraufhin betrachtet, ob sie mit Schutzgebietskategorien belegt sind und ggf. welche sie aufweisen.

Tab. 33: Flächenpotenziale der Seen in Deutschland in Bezug auf Schutzgebietskategorien (Lake Water Body Datensatz, BfG 2023)

Kategorie des Schutzgebietes	Anzahl Seen, die mind. teilweise im Schutzgebiet liegen	Gesamtfläche der Seen, die mind. teilweise im Schutzgebiet liegen*	Teilfläche der Seen, die innerhalb des Schutzgebiets liegt*
Seen mit Biosphärenreservat (Kern- und Pflegezone)	30	43 km ² (2,0 %)	32 km ² (1,4 %)
Seen mit FFH-Gebiet	376	1.651 km ² (74,5 %)	1.045 km ² (47,2 %)
Seen mit Vogelschutzgebiet (SPA)	327	1.486 km ² (67,1 %)	1.010 km ² (45,6 %)
Seen mit Ramsargebiet	40	436 km ² (19,7 %)	286 km ² (12,9 %)
Seen mit Nationalpark (NP)	28	160 km ² (7,2 %)	41 km ² (1,9 %)
Seen mit Naturschutzgebiet	255	1.401 km ² (63,2 %)	287 km ² (13,0 %)
Seen mit Nationalem Naturmonument (NNM)	1	0,6 km ² (0,03 %)	0,4 km ² (0,02 %)
Seen mit Naturpark	281	735 km ² (33,2 %)	595 km ² (26,9 %)
Seen mit Landschaftsschutzgebiet (LSG)	537	1.930 km ² (87,1 %)	1.498 km ² (67,6 %)
Seen nur in LSG (ohne restl. Schutzgebietskategorien)	209	1.194 km ² (53,9 %)	310 km ² (14,0 %)
Seen mit LSG ohne NP, NNM und NSG	466	1.814 km ² (81,9 %)	1.342 km ² (60,6 %)
Alle o.g. Schutzgebiete	673	2.140 km ² (96,6 %)	1.892 km ² (85,4 %)

Legende: * in Prozent Anteil an der Gesamtseenfläche

Im Ergebnis zeigt sich, dass 673 der 738 Seen mindestens teilweise mit einer naturschutzrechtlichen Schutzgebietskategorie belegt sind. Die Gesamtfläche der Seen, von denen mindestens ein Teil der Seefläche mit einer Schutzgebietskategorie belegt ist, beträgt 2.140

Quadratkilometer; hier sind also auch Flächen außerhalb einer Schutzgebietsausweisung einbezogen. Wird nur die Gesamtfläche innerhalb von Schutzgebieten betrachtet, beträgt diese 1.892 Quadratkilometer. Bei dieser Auswertung werden Überlagerungen zwischen Schutzgebietskategorien aufgelöst, so dass sie nicht mehrfach in die Bewertung einfließen.

Bemerkenswert ist, dass knapp die Hälfte der Seeflächen entweder in einem Vogelschutzgebiet (45,6 Prozent) oder in einem FFH-Gebiet (47,2 Prozent) liegen. Den größten Anteil haben Seeflächen in Landschaftsschutzgebieten (LSG; 67,6 Prozent). Hingegen beinhalten Nationalparke und Naturschutzgebiete mit 1,9 und 13 Prozent vergleichsweise geringe Flächenanteile. Mit 0,4 Quadratkilometer bzw. 0,02 Prozent repräsentiert die Eckertalsperre im Grünen Band in Sachsen-Anhalt ein Nationales Naturmonument. Häufig überlagern sich bei den Seen mehrere Schutzgebietskategorien (vgl. Landschaftsschutzgebiet ohne andere Schutzgebietskategorien bzw. ohne Überlagerung mit Naturschutzgebiet, Nationalem Naturmonument oder NP).

Dabei ist zu beachten, dass die Tabelle (Tab. 33) nicht die Anzahl der jeweiligen Schutzgebiete in Deutschland angibt, sondern die Anzahl der Seen, die mit einer der Schutzgebietskategorie belegt sind. Die 4.544 deutschen FFH-Gebiete umfassen eine Fläche von 33.277 Quadratkilometer (Stand 2019). Innerhalb dieser Gebiete befinden sich somit 376 Seen mit einer Gesamtoberfläche von 1.045 Quadratkilometer, das heißt dass drei Prozent der Fläche der FFH-Gebiete als Seen ausgebildet sind. Vergleichbar sind in Deutschland 742 Vogelschutzgebiete mit einer Fläche von 40.285 Quadratkilometer ausgewiesen, die ihrerseits Seen mit einer Gesamtfläche von 1.010 Quadratkilometer beinhalten (2,5 Prozent). Diese Flächenangaben beziehen sich jeweils auf die fünfte und sechste Spalte von Tab. 33.

Um das Flächenpotenzial von Floating PV auf Seen ohne die Inanspruchnahme von Gewässerbereichen, die mit einer naturschutzrechtlichen Schutzkategorie belegt sind, zu ermitteln, werden von der Gesamtzahl der Seen (738 \pm 2.215 km²) die Teilflächen abgezogen, die innerhalb der o. g. Schutzgebietskategorien liegen. Demnach verbleiben im Ergebnis 192 Seen mit einer Fläche von 272 Quadratkilometern. Würden sogar restriktiv alle Seen ausgeschlossen, die bereits in einem Teilbereich naturschutzfachlich ausgewiesen sind, verblieben als Ergebnis nur 80 Seen mit 91 Quadratkilometern.

Ausschluss von Überschwemmungsgebieten

Als weiteres Ausschlusskriterium werden im Hinblick auf das wirtschaftlich nutzbare Potenzial Überschwemmungsgebiete verwendet. Hier lautet die Annahme, dass in diesen Gebieten aus Sicherheitsgründen keine schwimmenden Solaranlagen installiert werden dürfen. Dies betrifft 83 Seen mit einer Seeoberfläche von zusammen 127 Quadratkilometern (s. Tab. 34).

Tab. 34: Flächenpotenziale der Seen in Deutschland für Floating PV abzüglich Überschwemmungsgebiete (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023)

	Anzahl	Fläche	Anteil BRD
Berichtspflichtige Seen (maximales Potenzial)	738	2.215 km ²	0,62 %
Seen in Überschwemmungsgebieten (ÜG)	83	127 km ²	0,04 %
Potenzial Seen ohne Überschwemmungsgebiete	689	2.088 km ²	0,55 %
• davon Seen, die in keinem Teilbereich als Überschwemmungsgebiete ausgewiesen sind	655	1.952 km ²	0,55 %

Im Hinblick auf den Lake Water Body-Datensatz verbleiben 689 Seen mit 2.088 Quadratkilometern als Potenzial für Floating PV außerhalb von Überschwemmungsgebieten. Würden alle Seen ausgeschlossen, die in einem Teilbereich als Überschwemmungsgebiet ausgewiesen sind, reduzierte sich das Flächenpotenzial auf 1.952 Quadratkilometer (655 Seen).

Ableitung des wirtschaftlich nutzbaren Flächenpotenzials von Seen für Floating PV

§ 36 WHG schreibt vor, dass keine natürlichen Seen für die Errichtung von Floating PV-Anlagen verwendet werden dürfen. Das wirtschaftlich nutzbare Potenzial von Seen für FPV-Anlagen ergibt sich somit dadurch, dass das maximale Flächenpotenzial um die natürlichen Seen, um Schutzgebiete mit strengem Schutzstatus und um Überschwemmungsgebiete verringert wird und anschließend, entsprechend den Vorgaben des § 36 Abs. 3 lit. a) WHG, 15 Prozent der verbleibenden Fläche als Potenzial angerechnet werden.

Falls Floating PV-Anlagen in Schutzgebieten geplant sind, werden unterschiedliche Restriktionen angenommen, um das wirtschaftlich nutzbare Flächenpotenzial für Floating PV abzuleiten. Da der Schutzstatus von Nationalparks, Naturschutzgebieten und Nationalen Naturmonumenten gemäß BNatSchG besonders streng ist, werden diese im Folgenden per se ausgeschlossen. Dem entspricht, dass als Naturschutzgebiet und Nationalpark geschützte Gebiete über §§ 38a Abs. 1 Nr. 5 b) und 48 Abs. 1 Nr. 3 c) cc) EEG 2021 als Anlagenstandort ausgeschlossen bzw. nicht vergütungsfähig sind.

Die Prüfung der spezifischen Verbotstatbestände für die anderen Schutzgebietskategorien ist weniger streng, dürfte jedoch ebenfalls häufig zum Versagen der Genehmigung führen; entsprechend werden diese Flächen bei der Potenzialermittlung ausgenommen. Einschränkend wird für FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete (SPA und Ramsar), Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete pauschal die Reduktion von einem Drittel der verbleibenden Seenfläche berücksichtigt. Dabei handelt es sich um einen fiktiven Wert, der nicht auf einer Auswertung von Genehmigungsunterlagen beruht, sondern auf der persönlichen Einschätzung der Forschungsnehmenden.

Ergänzend wird in dieser Studie ein moderates Szenario von 25 Prozent Bedeckungsgrad verwendet, um den Einfluss einer erhöhten Flächenbelegung auf das Potenzial einschätzen zu können. Der 25-Prozent-Wert geht auf ein Fachgespräch der Grünen Liga zum Potenzial von Floating PV-Anlagen zurück: Nimmt man einen Lausitzer Tagebausee mit der typischen Breite von zwei Kilometern und eine Platzierung der Module in 500 Meter Abstand vom Ufer an, so könnten bis zu 25 Prozent des Sees von der Anlage bedeckt werden (Grüne Liga 2021: 6).

Für diese Berechnung wird der Lake Water Body-Datensatz mit 738 Seen und einer Gesamtfläche von 2.215 Quadratkilometer genutzt, da er die Klasse der natürlichen Seen beinhaltet. Tab. 35 zeigt das Resultat.

Tab. 35: Wirtschaftlich nutzbares Flächenpotenzial der Seen in Deutschland für Floating PV abzüglich Restriktionskategorien (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023)

	Anzahl an Seen, die mindestens teilweise außerhalb der Restriktionskategorie liegen	Fläche (km ²)	Anteil BRD (%)	15% (WHG) (km ²)	25% Szenario (km ²)
Potenzial ohne Schutzgebietskategorien	192 (80)	363 (91)	0,10	54,5	90,7
Potenzial ohne Überschwemmungsgebiete	689 (655)	2.088 (1.952)	0,58	313,2	522,0
Potenzial ohne natürliche Seen (WHG)	218	405	0,11	60,8	101,2
Potenzial ohne Schutzgebietskategorien und ohne natürliche Seen	81 (44)	108 (51)	0,03	16,2	27,0
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente und ohne natürliche Seen (WHG, BNatSchG, EEG)	194 (150)	339 (222)	0,09	50,9	84,7
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und ohne natürliche Seen	173 (118)	287 (162)	0,08	43,1	71,7
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und ohne natürliche Seen sowie Abzug eines Drittels der Fläche bei weiteren Schutzgebietskategorien (Abschätzung wirtschaftlich nutzbares Potenzial)	k. A.	191 (108)	0,05	28,7	47,8

Legende: In Klammern Anzahl und Fläche von Seen, die komplett außerhalb der jeweiligen Restriktionskategorie liegen.

Werden von den berichtspflichtigen Seen zunächst die Bereiche abgezogen, die entweder natürlich sind oder mit einer Schutzgebietskategorie belegt sind, ergeben sich 81 erheblich veränderte und künstliche Seen mit einer Gesamtfläche von 108 Quadratkilometern, die als Standorte für Floating PV-Anlagen in Frage kommen (Tabelle 35, 4. Zeile, 2. Spalte). Würden die Seen als Ganzes ausgeschlossen, die auch nur teilweise mit einer Schutzgebietskategorie belegt sind, blieben 44 Seen mit einer Fläche von 51 Quadratkilometern übrig.

Die verbleibende Fläche an Seen fällt gegenüber dem Gesamtbestand von 738 Seen mit 2.215 Quadratkilometer relativ gering aus, wenn alle Schutzgebietskategorien als Ausschlusskriterium gesetzt werden. In der Planungspraxis könnten Floating PV-Anlagen bei der Betroffenheit von Schutzgebietskategorien im spezifischen Genehmigungsverfahren teilweise unter Auflagen genehmigt werden. Daher ist es nach Gutachtereinschätzung realistisch, als maximal nutzbares Potenzial für Floating PV von den verfügbaren Seen nur die Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationalen Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und natürlichen Seen abzuziehen und entsprechend der Vorgaben nach § 36 Abs. 3 lit. a) WHG davon 15 Prozent der Fläche für die Nutzung durch Floating PV-Anlagen vorzuse-

hen zu verwenden (Tab. 35, Zeile 5). Das Resultat sind 194 Seen mit einer Gesamtoberfläche von 339 Quadratkilometern. Unter Einbezug der 15 Prozent verbleibt eine Fläche von 50,9 Quadratkilometern. Dies entspricht den Anforderungen des Wasserhaushaltsgesetzes, des Bundesnaturschutzgesetzes und des Erneuerbare-Energien-Gesetzes.

Um auch die technischen Einschränkungen von Überschwemmungsgebieten zu berücksichtigen, wird zusätzlich diese Kategorie als Standort für schwimmende Solaranlagen ausgeschlossen (Tab. 35, Zeile 6). Somit ergibt sich ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial für Floating PV-Anlagen auf 173 Seen mit 287 Quadratkilometern Fläche bzw. 43,1 Quadratkilometern, bei Berücksichtigung der Belegungsvorgaben nach § 36 Abs. 3 lit. a) WHG.

Werden darüber hinaus Seen als Ganzes ausgeschlossen, die nur eine dieser Restriktionskriterien aufweisen, verbleiben 118 Seen mit einer Gesamtfläche von 162 Quadratkilometer.

Weiterhin wird für FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete pauschal ein Drittel der verbleibenden Seenfläche abgezogen (Tab. 35, Zeile 7), um die Restriktionen bei der Zulassung zu berücksichtigen. Somit reduziert sich die verfügbare Fläche auf 191 bzw. 108 Quadratkilometer, wenn alle Seen mit entsprechenden Schutzgebietskategorien ausgeschlossen werden. Da Floating PV-Anlagen jedoch auch in den Bereichen eines Sees errichtet werden können, die mit keiner Schutzgebietskategorie belegt sind, wird diese Restriktion nicht weiter betrachtet.

Unter der Annahme eines erweiterten Belegungsszenarios für Seen in Höhe von 25 Prozent, verbleibt auf berichtspflichtigen Seen ein wirtschaftlich nutzbares Flächenpotenzial für Floating PV-Anlagen in Höhe von ca. 47,8 Quadratkilometern.

Ableitung der Spitzenleistung des wirtschaftlich nutzbaren energetischen Potenzials von Seen für Floating PV

Auf Grundlage des wirtschaftlich nutzbaren Flächenpotenzials von Seeoberflächen für Floating PV-Anlagen lässt sich für Deutschland das energetische Potenzial der Anlagen in Mega- bzw. Gigawatt peak (MW_p/GW_p) ableiten. Im Folgenden wird angenommen, dass ein Hektar Seeoberfläche in der Lage ist, eine Leistung von 1,4 MW_p zu erzeugen. Dieser Wert ergibt sich als Mittelwert der untersuchten Anlagen (s. Tab. 25). Für den Lake Water Body-Datensatz resultiert das folgende wirtschaftlich nutzbare Potenzial an Fläche und Leistung für Floating PV (s. Tab. 36).

Während die 738 berichtspflichtigen Seen ein maximales Flächenpotenzial von 310,1 GW_p aufweisen (Tab. 36, Zeile 1), reduziert sich die Leistung auf 56,7 GW_p , wenn alle natürlichen Seen ausgeschlossen werden (Tab. 36, Zeile 2). Werden diesbezüglich 15 Prozent der Seeoberflächen für die Belegung durch Floating PV-Anlagen angerechnet, ergibt dies ein Potenzial von 8,5 GW_p ; bei Belegung von 25 Prozent der Seenflächen von 14,1 GW_p .

Werden zusätzlich zu den natürlichen Seen auch die Bereiche ausgeschlossen, die als Nationalpark, Naturschutzgebiet oder Nationales Naturmonument ausgewiesen sind (Tab. 36, Zeile 3), resultiert daraus eine Anzahl von 194 Seen mit einem Potenzial von 7,1 GW_p bei Belegung von 15 Prozent der Seenflächen bzw. 11,8 GW_p bei Belegung von 25 Prozent der Seenflächen.

Werden nur Bereiche von erheblich veränderten oder künstlichen Seen außerhalb von Nationalparks, Naturschutzgebieten und Überschwemmungsgebieten einbezogen (Tab. 36, Zeile 4), verbleiben 173 Seen mit 287 Quadratkilometern. Nach Anrechnung der 15 Prozent (vgl. § 36 Abs. 3 lit. a) WHG) ergibt dies ein Potenzial von 6,0 GW_p für schwimmende PV-

Anlagen. Das erweiterte Belegungszenario für Seen in Höhe von 25 Prozent ergibt 10,0 GW_p.

Weiterhin wird für FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Biosphärenreservate und Landschaftsschutzgebiete pauschal ein Drittel der verbleibenden Seenfläche aufgrund von Restriktionen bei der Zulassung als nicht nutzbar eingestuft und daher abgezogen (Tab. 36, Zeile 5); somit vermindert sich die verfügbare Fläche auf 191 Quadratkilometer. Daraus ergibt sich bei Anrechnung der 15 Prozent Belegungsdichte (§ 36 Abs. 3 lit. a) WHG) ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial von 4,0 GW_p für schwimmende Solaranlagen auf berichtspflichtigen Seen. Das erweiterte Belegungszenario für Seen in Höhe von 25 Prozent ergibt ein Potenzial in Höhe von 6,6 GW_p.

Tab. 36: Wirtschaftlich nutzbares Potenzial der berichtspflichtigen Seen für Floating PV in Deutschland (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023)

	Total	100 %		15 % (WHG)		25 % (Szenario)	
	Anzahl	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)
Berichtspflichtige Seen	738	2.215	310,1	332,3	46,5	553,7	77,5
Potenzial ohne natürliche Seen (WHG)	218	405	56,7	60,8	8,5	101,2	14,1
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente und ohne natürliche Seen (WHG, BNatSchG, EEG)	194	339	47,4	50,9	7,1	84,7	11,8
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und ohne natürliche Seen	173	287	40,1	43,1	6,0	71,7	10,0
Potenzial ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und natürliche Seen sowie Abzug eines Drittels der Fläche bei weiteren Schutzgebietskategorien (Abschätzung wirtschaftlich nutzbares Potenzial)	k. A.	191	26,7	28,7	4,0	47,8	6,6

Um das wirtschaftlich nutzbare Potenzial für Floating PV-Anlagen für alle Seen in Deutschland umfassend abzuschätzen, wird ergänzend der DLM-Datensatz herangezogen (BKG 2021). Im Gegensatz zum Lake Water Body-Datensatz beinhaltet der DLM-Datensatz auch die nicht-berichtspflichtigen Seen kleiner 0,5 Quadratkilometer. Nach obiger Setzung werden nur Seen über fünf Hektar bzw. 0,05 Quadratkilometer Fläche verwendet. Allerdings enthält der DLM-Datensatz keine Information der menschlichen Beeinflussung, so dass natürliche Seen bei der Analyse nicht berücksichtigt (d. h. abgezogen) werden können. Das Ergebnis zeigt Tab. 37.

Als wirtschaftlich nutzbares Potenzial nicht-berichtspflichtiger Seen für Floating PV-Anlagen ergeben sich 140,4 GW_p, die sich bei Anwendung der 15 Prozent-Vorgaben des § 36 Abs. 3 lit. a) WHG auf 21,0 GW_p vermindern (Tab. 37, Zeile 2). Die installierbare Leistung im erweiterten Belegungszenario mit 25 Prozent Seefläche, ergibt 35,1 GW_p.

Werden weiterhin Nationalparks, Naturschutzgebiete und Überschwemmungsgebiete sowie Nationale Naturmonumente ausgeschieden (Tab. 37, Zeile 3), verbleiben 5.539 Seen mit einer Fläche von 699 Quadratkilometern und einem Potenzial von 97,8 GW_p. Bei Anwendung der Regelungen in § 36 Abs. 3 lit. a) WHG (Nutzung von 15 Prozent der Seefläche) könnten bundesweit 14,6 GW_p installiert werden; bei Anwendung des Belegungsszenarios für Seen mit 25 Prozent der Seenflächen könnten 24,4 GW_p errichtet werden.

Tab. 37: Wirtschaftlich nutzbares Potenzial von nicht-berichtspflichtigen Seen für Floating PV in Deutschland (DLM-Datensatz, BKG 2021)

	Total	100 %		15 %(WHG)		25 %(Szenario)	
	Anzahl	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)
1. Alle Seen ≥ 5 ha	8.431	3.492	488,8	523,8	73,3	873	122,2
2. Alle nicht-berichtspflichtigen Seen (Seen ≥ 5ha und < 50 ha)	7.495	1.003	140,4	150,5	21,0	250,75	35,1
3. Alle nicht-berichtspflichtigen Seen ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente und ohne Überschwemmungsgebiete	5.539	699	97,8	104,9	14,6	174,75	24,4
4. Alle nicht-berichtspflichtigen Seen ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und ohne natürliche Seen (Abschätzung)	k. A.	350	49,0	52,5	7,3	87,5	12,2
5. Alle nicht-berichtspflichtigen Seen ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und ohne natürliche Seen sowie Abzug eines Drittels der Fläche bei weiteren Schutzgebietskategorien (Abschätzung wirtschaftlich nutzbares Potenzial)	k. A.	233	32,6	35,0	4,9	58,3	8,1

Während das entsprechend abgeleitete Potenzial für die berichtspflichtigen Seen aus dem Lake Water Body-Datensatz 6,0 GW_p umfasst, erklärt sich die relativ hohe Leistung von 14,6 GW_p beim DLML-Datensatz vor allem dadurch, dass dort bei den nicht-berichtspflichtigen Seen nicht nach dem Grad der menschlichen Beeinflussung unterschieden wird und die natürlichen Seen damit auch nicht ausgeschlossen werden können.

Daher stellt sich die Frage, wie der § 36 Abs. 3 WGH bei der Ermittlung der Potenziale auf die nicht-berichtspflichtigen Seen angewendet werden kann, um die „natürlichen“ Seen von einer Nutzung durch Floating PV-Anlagen auszuschließen. Auch wenn der vorliegende DLM-Datensatz diese Information nicht beinhaltet, dürfte aus der lokalen Kenntnis vor Ort diese Einstufung vorliegen bzw. relativ einfach ableitbar sein. Daher wird im Folgenden bei der

Ableitung der Potenziale davon ausgegangen, dass im Rahmen eines Genehmigungsverfahrens für Floating PV-Anlagen auch die natürlichen nicht-berichtspflichtigen Seen nicht zur Verfügung stehen.

Hier ist anzumerken, dass der Anteil der natürlichen nicht-berichtspflichtigen Seen geringer sein dürfte als die 78 Prozent bei den berichtspflichtigen Seen gemäß Lake Water Body-Datensatz. Werden alleine die knapp 500 Tagebauseen in Deutschland mit einer Gesamtfläche von 472,51 Quadratkilometern (Fraunhofer-ISE 2020) mit der Fläche von 1.003 Quadratkilometern der nicht-berichtspflichtigen Seen verglichen, entspricht dies einem Anteil von 47 Prozent. Da viele weitere künstliche Gewässer aus dem Rohstoffabbau entstanden sind, ist ein Flächenanteil über 50 Prozent der nicht-berichtspflichtigen Seen, die als künstlich oder erheblich verändert einzustufen wären, durchaus möglich (Tab. 37, Zeile 4). Unter dieser Annahme ergibt sich ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial von 7,3 GW_p für kleine, nicht berichtspflichtige Seen.

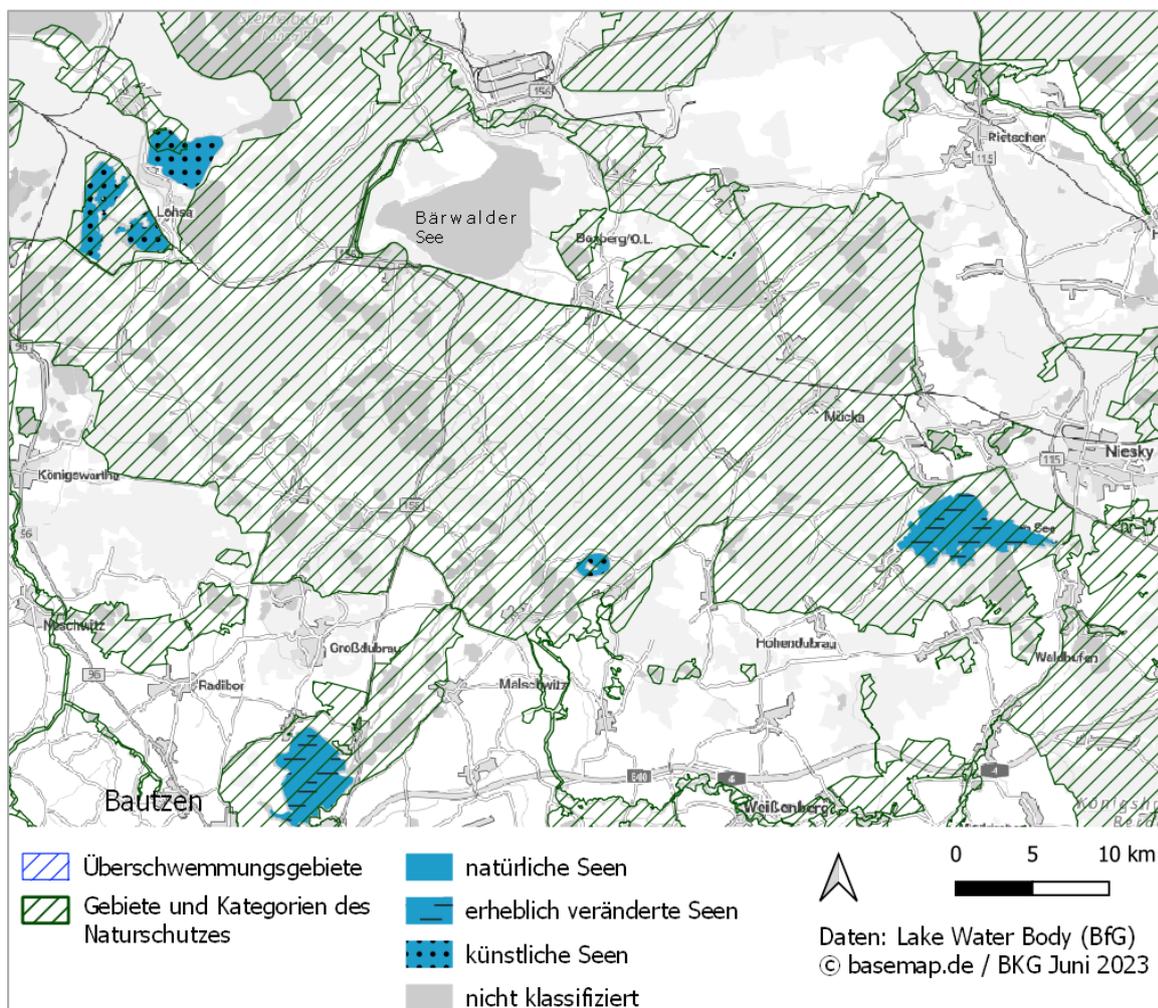


Abb. 18: Flächenpotenziale für Floating PV im Bereich der Lausitz nach dem Lake Water Body-Datensatz der BfG (Überschwemmungsgebiete und natürliche Seen sind im gezeigten Kartenausschnitt nicht enthalten)

Darüber hinaus wird für FFH-Gebiete, Vogelschutzgebiete, Biosphärenreservate, Naturparke und Landschaftsschutzgebiete ein Drittel der verbleibenden Seenfläche abgezogen (Tab. 37, Zeile 5), um Restriktionen bei der Zulassung zu berücksichtigen. Folglich verbleibt eine Seefläche von 233,0 Quadratkilometern mit einem Potenzial von 32,6 GW_p. Die Belegung von

15 Prozent der Seenfläche ergibt 4,9 GW_p; bei Belegung von 25 Prozent (erweitertes Belegungsszenario) von 8,1 GW_p.

Die Abb. 18 und Abb. 19 veranschaulichen anhand eines Ausschnitts der Lausitz-Region nördlich von Bautzen den Unterschied des Lake Water Body- und des DLM-Datensatzes in Bezug auf die angezeigten Flächenpotenziale für Floating PV-Anlagen.

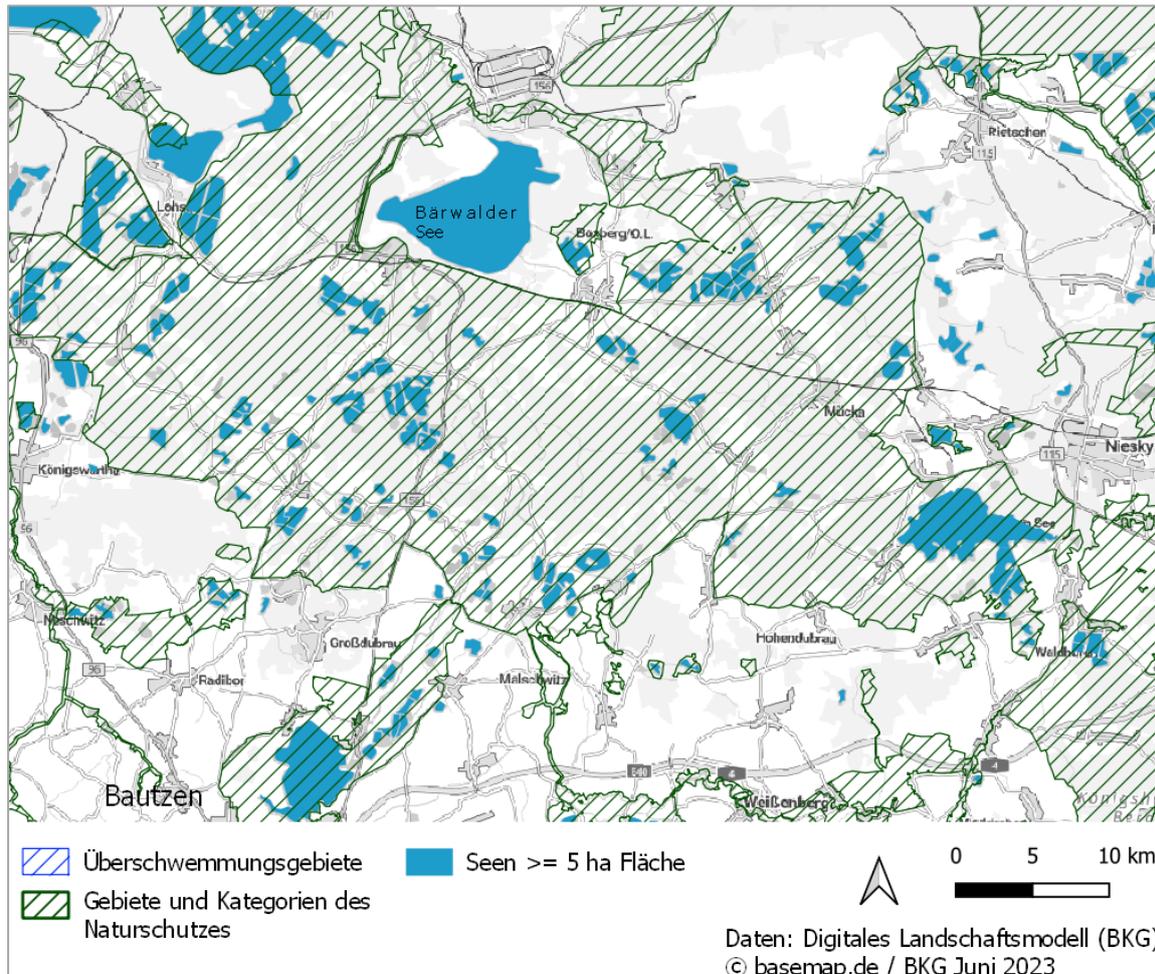


Abb. 19: Flächenpotenziale für Floating PV im Bereich der Lausitz nach Datensatz Digitales Landschaftsmodell des BKG

Werden die beiden Kartenausschnitte verglichen, zeigt sich beim DLM-Datensatz eine Vielzahl von kleinen Seen, die im Lake Water Body-Datensatz nicht enthalten sind. Dort ist sogar der Bärwalder See mit ca. 13 Quadratkilometern Fläche nicht klassifiziert. Vorteilhaft ist beim Lake Water Body-Datensatz hingegen, dass die Seen nach dem Grad des menschlichen Einflusses unterschieden werden.

Vor dem Hintergrund der obigen Ausführungen können die wirtschaftlich nutzbaren Potenziale aller Seen in Deutschland größer 0,05 Quadratkilometer ermittelt werden. Hierfür werden die Potenziale der berichtspflichtigen und der nicht-berichtspflichtigen Seen addiert (Tab. 38). Bei den nicht-berichtspflichtigen Seen wird angenommen, dass die Hälfte als natürliche Seen nicht zur Verfügung steht.

Somit kommt die vorliegende Untersuchung zu dem Ergebnis, dass unter Berücksichtigung der Vorgaben des § 36 Abs. 3 lit. a) WHG mit 15 Prozent Bedeckung der Seen ein wirtschaftlich nutzbares Potenzial von 8,9 GW_p für FPV-Anlagen auf deutschen Seen existiert.

Wird das erweiterte Belegungsszenario mit 25 Prozent Bedeckung verwendet, ergibt sich ein Potenzial für Floating PV-Anlagen von 14,8 GW_p.

Bei dieser Abschätzung werden keine Fließgewässer, Übergangs-, Küsten- und Meeresgewässer in die Potenzialermittlung einbezogen.

Tab. 38: Wirtschaftlich nutzbares Potenzial von Seen für Floating PV in Deutschland (ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und natürliche Seen)

	Total	100 %		15 % (WHG)		25 % (Szenario)	
		Anzahl	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)	Leistung (GW _p)	Fläche (km ²)
berichtspflichtige Seen	173	191	26,7	28,7	4,0	47,8	6,6
nicht-berichtspflichtige Seen	k. A.	233	32,6	35,0	4,9	58,3	8,1
maximale Summe	k. A.	424,7	59,4	63,7	8,9	106,1	14,8

6.4 Steuerungsmöglichkeiten von Floating PV-Anlagen auf Seen im Sinne des Naturschutz- und Gewässerschutzes

6.4.1 Rechtlicher Rahmen und Instrumente

Die ermittelten Potenziale für Floating PV beruhen auf hoch aggregierten Daten für Deutschland. Sie beinhalten jedoch keine Aussagen, welche individuelle Bedeutung ein Fließgewässer oder See für den Natur- und Gewässerschutz aufweist, auf dem eine Anlage errichtet werden soll und wie deren Umweltauswirkungen im Rahmen einer Genehmigung verträglich gehalten werden können. Im Hinblick auf die Steuerungsmöglichkeiten bei der Errichtung von Floating PV-Anlagen auf Oberflächengewässern können sich die Instrumente des Umwelt-, Naturschutz- und Wasserrechts ergänzen. Dabei besteht die Herausforderung darin, die Prüfung der Anlagen in andere Gesetze einzuordnen und die unterschiedlichen Belange im Lichte der aktuellen energiepolitischen Vorzeichen zu gewichten (KNE 2022: 1).

Da Floating PV-Anlagen grundsätzlich keine Privilegierung im bauplanungsrechtlichen Außenbereich zukommt, ist für deren Genehmigung in aller Regel eine gemeindliche Bauleitplanung notwendige Voraussetzung, d. h. grundsätzlich die Aufstellung eines Bebauungsplans und die entsprechende Änderung des Flächennutzungsplans erforderlich. Auch wenn sich die Anlagen auf einer Wasserfläche befinden, liegen die Wasserflächen im Anwendungsbereich eines Bebauungsplans. Nach § 29 Abs. 1 Baugesetzbuch (BauGB) handelt es sich um eine bauliche Anlage. Vor diesem Hintergrund ist für FPV-Anlagen auch eine Baugenehmigung nach der jeweiligen Landesbauordnung einzuholen (KNE 2022: 2).

In den Hinweisen des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr zur Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen wird als Sonderfall angeführt, dass eine Floating PV-Anlage indirekt privilegiert sei, wenn sie einem ortsgebundenen Gewerbebetrieb dient, der nach § 35 Abs. 1 Nr. 3 BauGB privilegiert ist. Hierfür ist es erforderlich, dass der überwiegende Anteil der erzeugten Energie in dem Betrieb tatsächlich verwendet wird. Eine eigenständige Privilegierung der Anlage scheidet regelmäßig aus (BayStMB 2021: 37).²²

²² Noch nicht geklärt ist allerdings, ob FPV-Anlagen nicht auch unter die Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB fallen können, wenn sich die Wasserfläche entlang von Autobahnen oder der erfassten Schienenwege in einer Entfernung von bis zu 200 Metern befindet.

Falls sich ein Vorhaben innerhalb ehemaliger Tagebaue befindet, ist dafür das Bergrecht einschlägig (KNE 2022: 2).

Erfolgt die bauordnungsrechtliche Genehmigung einer Floating PV-Anlage auf Grundlage eines Bebauungsplanverfahrens, kommen unterschiedliche Instrumente des Umwelt-, Naturschutz- und Wasserrechts zur Anwendung, falls die entsprechenden Merkmale des Standorts vorliegen:

- Umweltprüfung nach § 2 BauGB,
- Eingriffsregelung nach § 1a BauGB, sowie §§ 13 ff. BNatSchG
- FFH-Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG,
- Artenschutzrechtliche Prüfung nach §§ 44f. BNatSchG,
- Schutzgebiete nach §§ 23 ff. BNatSchG,
- Gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG,
- Wasserrechtliche Erlaubnis und Genehmigung nach §§ 8 und 36 WHG
- Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie nach § 27 WHG.

Umweltprüfung

Falls ein Bauleitplan aufgestellt, geändert oder ergänzt wird, wird nach § 50 Abs. 1 S. 1 Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung (UVP) eine Umweltprüfung nach den spezielleren Regelungen des Baugesetzbuches, d. h. nach § 2 Abs. 4 BauGB durchgeführt. Dies erfolgt unabhängig von den Auffangtatbeständen der Ziff. 18.7, 18.8 Anlage 1 zum UVP (UVP-pflichtige Vorhaben), die eine Umweltverträglichkeitsprüfung erst ab Größen von 100.000 Quadratmetern zwingend und bei Anlagen mit mehr als 20.000 Quadratmetern allein eine allgemeine Vorprüfung vorsehen und erfasst damit auch die bauplanungsrechtliche Zulassung kleinerer Anlagen.

Nach § 1 Abs. 6 Nr. 7 lit. a) bis j) BauGB gehören zu den Belangen des Umweltschutzes, einschließlich des Naturschutzes und der Landschaftspflege, insbesondere

- a) die Auswirkungen auf Tiere, Pflanzen, Fläche, Boden, Wasser, Luft, Klima und das Wirkungsgefüge zwischen ihnen sowie die Landschaft und die biologische Vielfalt,
- b) die Erhaltungsziele und der Schutzzweck der Natura 2000-Gebiete im Sinne des Bundesnaturschutzgesetzes,
- c) umweltbezogene Auswirkungen auf den Menschen und seine Gesundheit sowie die Bevölkerung insgesamt,
- d) umweltbezogene Auswirkungen auf Kulturgüter und sonstige Sachgüter,
- e) die Vermeidung von Emissionen sowie der sachgerechte Umgang mit Abfällen und Abwässern,
- f) die Nutzung erneuerbarer Energien sowie die sparsame und effiziente Nutzung von Energie,
- g) ... bis j)

Die Umweltprüfung erstreckt sich somit auch auf die Schutzgüter Tiere, Pflanzen und Wasser, die durch Errichtung und Betrieb einer schwimmenden PV-Anlage auf einem See betroffen sind.

Eingriffsregelung

Nach § 14 Abs. 1 BNatSchG sind Eingriffe in Natur und Landschaft Veränderungen der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder Veränderungen des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels, die die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts oder das Landschaftsbild erheblich beeinträchtigen können. Der Naturhaushalt umfasst neben Tieren, Pflanzen und biologischer Vielfalt auch wesentliche Aspekte der Schutzgüter Boden, Luft, Klima und Wasser sowie das Wirkungsgefüge zwischen ihnen. Unvermeidbare erhebliche Beeinträchtigungen sind durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen oder, soweit dies nicht möglich ist, durch einen Ersatz in Geld zu kompensieren (s. auch Kapitel 3.2).

Bei der Aufstellung von Bauleitplänen kommt die Eingriffsregelung nach § 1a Abs. 3 BauGB zur Anwendung. Die Vermeidung und der Ausgleich voraussichtlich erheblicher Beeinträchtigungen des Landschaftsbildes sowie der Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts sind in der Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB zu berücksichtigen. Der Ausgleich erfolgt durch geeignete Darstellungen und Festsetzungen nach den §§ 5 und 9 BauGB als Flächen oder Maßnahmen zum Ausgleich. Die Darstellungen und Festsetzungen können auch an anderer Stelle als am Ort des Eingriffs erfolgen. Anstelle von Darstellungen und Festsetzungen können auch vertragliche Vereinbarungen nach § 11 BauGB oder sonstige geeignete Maßnahmen zum Ausgleich auf von der Gemeinde bereitgestellten Flächen getroffen werden. Ansonsten gilt § 15 Abs. 3 BNatSchG entsprechend (§ 1a Abs. 3 BauGB).



Abb. 20: Floating-PV-Anlage bei Leimersheim (Copyright Erdgas Südwest) Aufgrund der Definition des Eingriffs als Veränderung der Gestalt oder Nutzung von Grundflächen oder des mit der belebten Bodenschicht in Verbindung stehenden Grundwasserspiegels spielt das Schutzgut Wasser bei der Anwendung der Eingriffsregelung lange eine untergeordnete Rolle. Nach heutigem Verständnis sind als Anknüpfungstatbestand der Eingriffsregelung aber auch Veränderungen eines Gewässers als Veränderungen der Grundfläche anzusehen (Prall in Schlacke 2017, § 14 Rn. 27f.). Die Eingriffsregelung ist somit auch auf Seen, Teiche, Flüsse, Bäche oder Tümpel sowie auf Meeresgewässer anwendbar. Schumacher und Fischer-Hüftle zufolge werden

vom Begriff der Grundfläche nur der Gewässerboden und die Wasserflächen erfasst, nicht das Wasser als solches, auch nicht das Grundwasser. Für den Schutz des Wassers als solches sind andere rechtliche Regelungen wie etwa das Wasserhaushaltsgesetz einschlägig (Fischer-Hüftle und Czybulka in: Schumacher & Fischer-Hüftle 2021, § 14 Rn. 5).

In den Verfahren und Leitfäden der Länder wird das Schutzgut Wasser weiterhin sehr heterogen behandelt. Eine länderübergreifende Anwendung findet sich allerdings in der Bundeskompensationsverordnung (BKompV 2020), die für Vorhaben im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung die Anwendung der Eingriffsregelung vereinheitlicht. Gemäß der Handreichung zur Bundeskompensationsverordnung soll das Schutzgut Wasser als eigenständige Komponente im Naturhaushalt betrachtet werden, während Gewässer als Lebensraum für Arten und Biozönosen bei den Schutzgütern Tiere, Pflanzen und Biotope zu bearbeiten sind (BfN & BMU 2021: 33).

Falls für eine Floating PV-Anlage ein Bebauungsplan aufgestellt wird, kommt somit die Eingriffsregelung nach Baurecht zur Anwendung. Ansonsten werden die landesspezifischen Verfahren der Eingriffsregelung durchgeführt.

FFH-Verträglichkeitsprüfung

Falls eine Floating PV-Anlage in einem Natura 2000-Gebiet errichtet werden soll, wird eine Verträglichkeitsprüfung nach § 34 BNatSchG durchgeführt. Dabei ist zu prüfen, ob das Vorhaben geeignet ist, einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten ein Natura 2000-Gebiet erheblich zu beeinträchtigen. Schutzgegenstand der Verträglichkeitsprüfung sind die Erhaltungsziele des FFH- oder Vogelschutzgebiets bzw. der für die Erhaltungsziele maßgeblichen Bestandteile. Die FFH-Gebiete beherbergen die natürlichen Lebensraumtypen nach Anhang I und die Arten nach Anhang II der FFH-Richtlinie und die Vogelschutzgebiete die Arten nach Anhang I der Vogelschutzrichtlinie. Zu den Gewässer-Lebensraumtypen nach Anhang I der FFH-Richtlinie gehören bspw. natürliche und naturarme bis mäßig nährstoffreiche Stillgewässer mit Armelechteralgen (LRT 3140), natürliche und naturnahe nährstoffreiche Stillgewässer mit Laichkraut- oder Froschbiss-Gesellschaften (LRT 3150) oder Fließgewässer mit flutender Wasservegetation (LRT 3260).

Geht es um die Planung von Floating PV-Anlagen auf Baggerseen oder Tagebauseen, sind diese häufig nährstoffarm und naturschutzfachlich hochwertig. Mehrere Exkursionen des Arbeitskreises Tauchen in der Limnologie haben diesen Sachverhalt aufgezeigt. Im ehemaligen Leipziger Braunkohlerevier (Sachsen) wurden drei Seen mit der Methode des naturkundlichen Tauchens (Arendt et al. 2011) untersucht. Obwohl es sich um Sekundärgewässer handelt, repräsentierten alle drei Seen den FFH-Lebensraumtyp 3140 Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Gewässer mit benthischer Vegetation aus Armelechteralgen (Oldorff et al. 2015). Ähnliche Ergebnisse ergaben sich bei Untersuchungen von Baggerseen in Nordrhein-Westfalen (Oldorff et al. 2016).

Die LAWA (2023: 10) führt folgende Gewässer auf, die zu den besonders geschützten FFH-Lebensraumtypen gehören:

- Oligotrophe Stillgewässer des Flach- und Hügellandes mit Vegetation der Littorelletalia uniflorae. In Deutschland kommt dieser Seentyp fast ausschließlich im nordwestdeutschen Tiefland vor.
- Oligo- bis mesotrophe, basenarme Stillgewässer der planaren bis subalpinen Stufe der kontinentalen und alpinen Region und der Gebirge (mit amphibischen Strandlings-Gesellschaften (Littorelletea) sowie - bei spätsommerlichem Trockenfallen - einjährigen Zwergbinsen-Gesellschaften (Isoëto-Nanojuncetea))
- Oligo- bis mesotrophe kalkhaltige Stillgewässer mit benthischer Armleuchteralgen-Vegetation (Characeae)
- Natürliche eutrophe Seen mit einer Vegetation vom Typ Magnopotamion oder Hydrocharition (Schwimm- und Wasserpflanzenvegetation, z. B. mit Wasserlinsendecken (Lemnetea), Laichkrautgesellschaften (Potamogetonetea pectinati), Krebschere (*Stratiotes aloides*) oder Wasserschlauch (*Utricularia ssp.*))
- Dystrophe Seen
- Gipskarstseen auf gipshaltigem Untergrund

Somit stellt sich die Frage, wie diese FFH-Lebensraumtypen bei der Genehmigung einer Floating PV-Anlage ausreichend berücksichtigt werden können, falls sie nicht als FFH-Schutzgebiet ausgewiesen sind bzw. zur genauen Spezifizierung von deren Vorkommen in Auskiesungsgewässern ggf. keine Untersuchungen im Vorfeld zur Genehmigung der Floating PV-Anlagen erfolgen.

Artenschutzrechtliche Prüfung

Im Hinblick auf den besonderen Artenschutz ist zu prüfen, ob durch Errichtung und Betrieb einer Floating PV-Anlage eine erhebliche Störung streng geschützter Arten oder der europäischen Vogelarten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten (§ 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG) oder eine Beschädigung von Fortpflanzungs- oder Ruhestätten (§ 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG) eintreten kann. Die Verwirklichung von Verbotstatbeständen kann im Einzelfall bei Vorliegen bestimmter Ausnahmetatbestände nach § 45 BNatSchG hingenommen werden.

Bei der Prüfung naturschutzrechtlicher Verbotstatbestände ist zu beachten, dass artenschutzrechtliche Verbotstatbestände nicht unmittelbar das Bauleitplanverfahren betreffen, sondern erst – nachgelagert – bei der konkreten Realisierung des Vorhabens im Vollzug geprüft werden (z. B. im Baugenehmigungsverfahren). Aus dem Gebot der Erforderlichkeit der Bauleitplanung (§ 1 Abs. 3 Satz 1 BauGB) hat die Rechtsprechung aber bereits eine Prüfpflicht für die Bauleitplanung abgeleitet, damit dem späteren Planvollzug keine unüberwindbaren (umweltrechtlichen) Hindernisse entgegenstehen (BayStMB 2021: 15).

Zu den Fischen und Rundmäulern des Anhangs IV der FFH-Richtlinie gehören der Donau-Kaulbarsch, der Nordseeschnäpel sowie der Baltische und der Europäische Stör, die laut Bundesamt für Naturschutz in Deutschland ausgestorben waren und aktuell Ziel von Wiederansiedlungsprojekten sind (BfN 2023b). Zum Anhang IV der FFH-Richtlinie zählen weiterhin die Gemeine Flussmuschel, die Gebänderte Kahnschnecke, die extrem seltene Zierliche Teller-schnecke, die Gekielte Smaragdlibelle, Asiatische Keiljungfer und Grüne Keiljungfer. Das Schwimmende Froschkraut ist eine Pflanzenart nach Anhang IV (Ewen et al. 2023).

Die angeführten Fischarten sind nicht in Seen vorhanden, die Insekten möglicherweise in den Uferbereichen. Während der Errichtung einer Floating PV-Anlage ist weiterhin darauf zu achten, dass keine brütenden Vogelarten geschädigt, gestört oder beeinträchtigt und Zug- und Rastvögeln an ihren Rastplätzen nicht beeinträchtigt und gestört werden. Daher scheiden Frühjahr und Sommer für die Bauphase in der Regel aus. Dies kann im Rahmen der ökologischen Baubegleitung festgesetzt werden.

Schutzgebiete nach Naturschutzrecht

Viele Seen, die für Floating PV-Anlagen in Frage kommen, befinden sich in einem ausgewiesenen Schutzgebiet nach § 23 ff. BNatSchG (Kap. 6.3). Dazu zählen Naturschutzgebiete nach § 23, Nationalparke, Nationale Naturmonumente nach § 24, Biosphärenreservate nach § 25, Landschaftsschutzgebiete nach § 26 und Naturparke nach § 27 BNatSchG.

Falls eine Anlage in einem dieser Schutzgebiete geplant ist, sind die spezifischen Schutzgebietsverordnungen zu beachten und ggf. zu prüfen, ob die jeweiligen Befreiungstatbestände vorliegen (vgl. § 67 BNatSchG). Die Aufstellung eines Bebauungsplans in einem naturschutzrechtlichen Schutzgebiet kann, auch wenn ein Bauverbot besteht, im Einzelfall in Betracht kommen, wenn nach der jeweiligen Verordnung eine Befreiung hiervon möglich ist, objektiv eine Befreiungslage vorliegt und deshalb von einer Überwindung der Verbotsregelung ausgegangen werden kann (BVerwG, Urteil vom 17.12.2002 – 4 C.15.01). Hierbei ist vor allem § 2 EEG 2023 (überragendes öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit) zu beachten.

Unter diesen Kategorien kommt Naturschutzgebieten, Nationalparks und Nationalen Naturmonumentengemäß BNatSchG allerdings ein so hoher Schutzstatus zu, dass diese Gebiete in der Regel für die Errichtung von Floating PV-Anlagen nicht in Frage kommen. Darüber hinaus sind Naturschutzgebiete und Nationalparke nach §§ 38a Abs. 1 Nr. 5 b) und 48 Abs. 1 Nr. 3 c) cc) EEG 2023 für FPV-Anlagen nicht vergütungsfähig. Als Standorte kommen somit ggf. die Entwicklungszonen von Biosphärenreservaten, Landschaftsschutzgebiete und Naturparke in Betracht, wenn die Errichtung einer FPV-Anlage nicht deren Schutzzweck zuwiderläuft. In Landschaftsschutzgebieten ist die Errichtung baulicher Anlagen grundsätzlich erlaubnispflichtig. Die Erlaubnis kann nur erteilt werden, wenn der Schutzzweck der Verordnung nicht entgegensteht und der Charakter des Gebiets nicht verändert wird (BayStMB 2021: 16). Auch hierbei ist auf § 2 EEG 2023 zu verweisen. In FFH- oder Vogelschutzgebieten kann eine FPV-Anlage nach § 34 Abs. 1 BNatSchG nur genehmigt werden, wenn sie einzeln oder im Zusammenwirken mit anderen Projekten oder Plänen nicht geeignet ist, das Gebiet erheblich zu beeinträchtigen. Die Maßstäbe für die Verträglichkeit ergeben sich aus dem Schutzzweck und den dazu erlassenen Vorschriften.

Gesetzlich geschützte Biotope

Nach § 30 Abs. 1 BNatSchG sind bestimmte Teile von Natur und Landschaft, die eine besondere Bedeutung als Biotope haben, gesetzlich geschützt. Falls die Errichtung einer Floating PV-Anlage zu einer Zerstörung oder einer sonstigen erheblichen Beeinträchtigung eines dieser Biotope führen könnte, ist diese Handlung verboten.

Zu den gesetzlich geschützten Biotopen gehören nach § 30 Abs. 2 auch natürliche oder naturnahe Bereiche fließender und stehender Binnengewässer einschließlich ihrer Ufer und der dazugehörigen uferbegleitenden natürlichen oder naturnahen Vegetation sowie ihrer natürlichen oder naturnahen Verlandungsbereiche, Altarme und regelmäßig überschwemmte Bereiche. Hier sind auch die Landesnaturschutzgesetze zu beachten, die zum Teil die Liste der gesetzlich geschützten Biotope nach BNatSchG erweitern.

Sind nach § 30 Abs. 4 aufgrund der Aufstellung, Änderung oder Ergänzung eines Bebauungsplans für eine Floating PV-Anlage zerstörende oder beeinträchtigende Handlungen von Biotopen zu erwarten, kann auf Antrag der Gemeinde über eine erforderliche Ausnahme oder Befreiung nach § 67 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 oder 2 BNatSchG vor der Aufstellung des Bebauungsplans entschieden werden. Nach § 67 Abs. 1 Satz 1 Nr. 1 können Gründe des überwiegenden öffentlichen Interesses, einschließlich solcher sozialer und wirtschaftlicher Art, berücksichtigt werden, was nach § 2 EEG dem Maßstab des überragenden öffentlichen Interesses und der öffentlichen Sicherheit von Anlagen für erneuerbare Energien entspricht (Regelung seit EEG 2023).

Nach § 67 Abs. 1 Satz 1 Nr.1 kann eine Befreiung gewährt werden, wenn die Abweichung mit den Belangen von Naturschutz und Landschaftspflege vereinbar ist. Dafür ist nach § 30 Abs. 3 BNatSchG erforderlich, dass die Beeinträchtigungen durch die Floating PV-Anlage ausgeglichen werden.

Erlaubnis und Genehmigung durch die Wasserbehörde

Ob es sich – wie teilweise angenommen – bei der Errichtung einer schwimmenden Solaranlage in oberirdischen Gewässern um einen Benutzungstatbestand nach § 9 Abs. 1 Nr. 4 WHG handelt, der nach § 8 Abs. 1 WHG der Erlaubnis oder Bewilligung durch die zuständige Wasserbehörde bedarf, ist nicht unumstritten. Dies setzt voraus, dass die Herstellung einer ortsfesten Anlage als ein „Einbringen von Stoffen“ angesehen wird. Teilweise wird argumentiert, dass dieses Merkmal voraussetze, dass die dem Gewässer zugeführten Stoffe sich im Wasser auflösen, von ihm fortgeschwemmt werden oder infolge ihres Eigengewichts auf dem Grund unbefestigt aufliegen (VGH Mannheim, Urteil v. 20.05.2010²³, Rd. 22; Breuer & Graditz 2017).

Geht man aber von der Erlaubnispflicht aus, sind nach § 12 Abs. 1 WHG von der zuständigen Behörde die Erlaubnis und die Bewilligung zu versagen, wenn schädliche, auch durch Nebenbestimmungen nicht vermeidbare oder nicht ausgleichbare Gewässerveränderungen zu erwarten sind oder andere Anforderungen nach öffentlich-rechtlichen Vorschriften nicht erfüllt werden. Die Erteilung der Erlaubnis und der Bewilligung steht nach § 12 Abs. 2 WHG im pflichtgemäßen Ermessen (Bewirtschaftungsermessen) der zuständigen Behörde.

In jedem Fall bedarf die Errichtung einer Floating PV-Anlage einer wasserrechtlichen Genehmigung nach § 36 WHG i. V. m. dem Landesrecht (Müller & Burtin 2021). Nach § 36 Abs. 1 sind Anlagen in, an, über und unter oberirdischen Gewässern so zu errichten, zu betreiben, zu unterhalten und stillzulegen, dass keine schädlichen Gewässerveränderungen zu erwarten sind und die Unterhaltung des Gewässers nicht mehr erschwert wird, als den Umständen nach unvermeidbar ist. Darüber hinaus gelten die entsprechenden landesrechtlichen Vorschriften.

Nach § 36 Abs. 3 WHG darf eine Solaranlage nicht errichtet und betrieben werden

1. in und über einem oberirdischen Gewässer, das kein künstliches oder erheblich verändertes Gewässer ist, und
2. in und über einem künstlichen oder erheblich veränderten Gewässer, wenn ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes
 - a) die Anlage mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche bedeckt oder
 - b) der Abstand zum Ufer weniger als 40 Meter beträgt.

²³ VGH Mannheim, 20.05.2010 3 – S 1253/08. Urteil zur Errichtung von Bootsanbindepfählen (Dalben) in der Flachwasserzone des Bodensees.

Diese Anforderungen müssen ebenso erfüllt sein, damit die wasserrechtliche Genehmigung erteilt werden kann.

Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie

Nach §§ 27 Abs. 1 und Abs. 2 WHG (Art. 4 Abs. 1a i bis iii WRRL) gelten für oberirdische Gewässer folgende Bewirtschaftungs- bzw. Umweltziele:

- Oberirdische Gewässer sind, soweit sie nicht nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, so zu bewirtschaften, dass
 - eine Verschlechterung ihres ökologischen und ihres chemischen Zustands vermieden wird (Verschlechterungsverbot) und
 - ein guter ökologischer und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden (Zielerhaltungs- und Zielerreichungsgebot bzw. Verbesserungsgebot).
- Oberirdische Gewässer, die nach § 28 als künstlich oder erheblich verändert eingestuft werden, sind so zu bewirtschaften, dass
 - eine Verschlechterung ihres ökologischen Potenzials und ihres chemischen Zustands vermieden wird (Verschlechterungsverbot) und
 - ein gutes ökologisches Potenzial und ein guter chemischer Zustand erhalten oder erreicht werden (Zielerhaltungsgebot bzw. Verbesserungsgebot).

Damit diese Bewirtschaftungsziele bei Errichtung und Betrieb einer Floating PV-Anlage eingehalten werden, sind sowohl das Verschlechterungsverbot als auch das Verbesserungsgebot bezüglich der relevanten Kriterien und Maßstäbe zu prüfen. Im Urteil des Europäischen Gerichtshofs zur Weservertiefung²⁴ vom 01.07.2015 finden sich bezüglich des Verschlechterungsverbots konkrete Hinweise zur Prüfung. Demnach liegt eine Verschlechterung des Zustands eines Wasserkörpers vor,

- wenn sich der Zustand mindestens einer Qualitätskomponente im Sinne des Anhangs V der Wasserrahmenrichtlinie um eine Klasse verschlechtert, auch wenn diese Verschlechterung nicht zu einer Verschlechterung der Einstufung des Oberflächenwasserkörpers insgesamt führt;
- wenn die betreffende Qualitätskomponente im Sinne von Anhang V bereits in der niedrigsten Klasse eingeordnet ist, dann stellt jede Verschlechterung dieser Komponente eine „Verschlechterung des Zustands“ eines Oberflächenwasserkörpers dar.

Mit seinem Urteil zur Weservertiefung stellte der Europäische Gerichtshof 2015 klar, dass die wasserrechtlichen Bewirtschaftungsziele des Art. 4 Abs. 1 WRRL nicht bloße Zielvorgaben für die Maßnahmen- und Bewirtschaftungsplanung der Flussgebietsgemeinschaften darstellen, sondern in ihrer innerstaatlichen Umsetzung auch bei der Zulassung eines konkreten Vorhabens als striktes Recht zu beachten sind, das heißt auch für Floating PV-Anlagen. Seitdem dient die Erstellung eines eigenständigen und umfassenden Fachbeitrages Wasserrahmenrichtlinie der Prüfung und dem Nachweis der Vereinbarkeit eines Vorhabens mit den wasserrechtlichen Bewirtschaftungszielen. Die Maßstäbe für die Prüfung werden von den Flussgebietsgemeinschaften regelmäßig konkretisiert.

²⁴ Europäischer Gerichtshof (EuGH), 01.07.2015 – C-461/13. Urteil zur Vertiefung der Weser.

Als Maßstab für die Prüfung des Verschlechterungsverbots dient die Einstufung der Schutzgüter bzw. der Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes bzw. Potenzials und des chemischen Zustandes für den jeweiligen Bewirtschaftungszeitraum. Nach § 5 OGeWV stuft die zuständige Behörde den ökologischen Zustand eines Oberflächenwasserkörpers in die Klassen sehr guter, guter, mäßiger, unbefriedigender oder schlechter Zustand ein; das ökologische Potenzial in die Klassen höchstes, gutes, mäßiges, unbefriedigendes oder schlechtes Potenzial. Für jede Qualitätskomponente erfolgt diese Einstufung individuell mit vorgegebenen Bewertungsverfahren (Kap. 6.4.2). Entsprechend den Vorgaben des Europäischen Gerichtshofs ist bei der Planung einer schwimmenden Solaranlage die Verschlechterung einer Klasse zu vermeiden, damit die Bewirtschaftungsziele nach § 27 WHG eingehalten werden.

Um gemäß Art. 4 WRRL einen guten ökologischen Zustand bzw. gutes ökologisches Potenzial aller Oberflächengewässer im Gebiet der Europäischen Gemeinschaft fristgerecht bis 2027 zu erreichen – ursprünglich bis 2015 –, werden von den Flussgebietsgemeinschaften alle sieben Jahre Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne für die jeweilige Flussgebietseinheit aufgestellt (§§ 82, 83 WHG). Der dritte Bewirtschaftungszeitraum von 2022 bis 2027 hat gerade begonnen. Für die jeweiligen Wasserkörper beinhalten die Maßnahmenprogramme grundlegende und, soweit erforderlich, ergänzende Maßnahmen (§ 82 Abs. 2 WHG). Um die Vereinbarkeit einer geplanten Floating PV-Anlage mit dem Verbesserungsgebot zu prüfen, ist es erforderlich, die geplanten Maßnahmen eines Fließgewässers daraufhin zu prüfen, ob deren Umsetzung durch das Vorhaben eingeschränkt oder verhindert werden (BVerwG Urteil vom 09.02.2017 – 7 A 2.15, Rn. 582²⁵).

Aufgrund seines Anwendungsbereichs kann der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie als das bedeutendste Instrument eingeschätzt werden, um die Auswirkungen einer geplanten Floating PV-Anlage auf ein Oberflächengewässer zu prüfen und geeignete Maßnahmen abzuleiten. Auch die LAWA empfiehlt, generell einen Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie als Bestandteil des wasserrechtlichen Genehmigungsverfahrens zu erarbeiten (LAWA 2023: 7).

Hier ist zu beachten, dass die Voraussetzungen für die Anwendung eines Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie nicht für alle Gewässer gleichermaßen vorliegen. Nach § 27 WHG gelten die Bewirtschaftungsziele (Verschlechterungsverbot, Verbesserungsgebot) grundsätzlich für alle oberirdischen Gewässer. Allerdings definiert Anlage 1 Nr. 2.1 Buchst. a der OGeWV Fließgewässer erst ab einem Einzugsgebiet von 10 km². Das hat zur Folge, dass die Länder alle Gewässer mit einem Einzugsgebiet kleiner als 10 km² als nicht-berichtspflichtig i. S. d. WRRL ansehen und deswegen in Deutschland rund zwei Drittel der gesamten Fließgewässerstrecken keinem Wasserkörper zugeordnet sind. Diese kleinen Quellbäche, Wasserläufe und Gräben sind nicht von den Maßnahmenprogrammen und Bewirtschaftungsplänen erfasst (Möckel & Mathe 2013). Es wird für diese weder ein Monitoring nach Wasserrahmenrichtlinie durchgeführt noch eine Bewertung ihres ökologischen Zustandes bzw. Potenzials und chemischen Zustandes.

Das Bundesverwaltungsgericht hat in seinen Urteilen zur Elbquerung der A 20 (9 A 18.15)²⁶ und zur A 143 (9 A 2.18)²⁷ dargelegt, dass das Verschlechterungsverbot nur insoweit für kleinere, nicht-berichtspflichtige Kleingewässer geprüft werden muss, als es in einem berichtspflichtigen Wasserkörper, in den das kleinere Gewässer einmündet oder auf den es einwirkt,

²⁵ Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), 09.02.2017 – 7 A 2.15. Urteil bezüglich des Ausbaus der Bundeswasserstraße Elbe („Elbvertiefung“).

²⁶ Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), 10.11.2016 – 9 A 18.15. Urteil bezüglich der Elbquerung BAB A 20, Abschnitt zwischen Drochtersen und der Landesgrenze Niedersachsen/Schleswig-Holstein.

²⁷ Bundesverwaltungsgericht (BVerwG), 12.06.2019 – 9 A 2.18. Urteil zur Westumfahrung Halle.

zu Beeinträchtigungen kommt. Verschlechterungen sind bezogen auf diesen berichtspflichtigen Wasserkörper zu beurteilen (s. a. LAWA 2017: 4). Das Bundesverwaltungsgericht bezieht sich dabei auf Fließgewässer, nicht auf Seen. Nach Anlage 1 Nr. 2.2 OGWV sind Seen als Oberflächenwasserkörper definiert, wenn sie eine Mindestfläche von 0,5 km² aufweisen. Da kleinere Seen nicht berichtspflichtig sind, werden für sie im Rahmen des Monitorings keine Daten erfasst, keine Einstufungen für die Prüfung des Verschlechterungsverbots vorgenommen und keine Maßnahmen für die Prüfung des Verbesserungsgebots entwickelt.

Der Vergleich des Lake Water Body Datensatzes mit dem DLM-Datensatz gibt einen Hinweis auf Anzahl und Umfang der nicht-berichtspflichtigen deutschen Seen kleiner als 0,5 Quadratkilometer (Kap. 6.3.2). Es handelt sich um 7.693 Seen mit einer Gesamtfläche von 1.277 Quadratkilometern. Angesichts fehlender behördlicher Daten und Maßstäbe stellt sich die Frage, unter welchen Voraussetzungen für die nicht-berichtspflichtigen Seen ein Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie durchgeführt werden kann, falls dort eine Floating PV-Anlage geplant ist. Demgegenüber existieren in Deutschland 738 berichtspflichtige Seen mit einer Gesamtoberfläche von 2.215 Quadratkilometern (s. Tab. 40), für die ausreichende Daten und Bewertungen vorliegen, um einen Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie zu erstellen.

Zwischenfazit

Die vorangestellten Ausführungen verdeutlichen, dass das Wasserhaushaltsgesetz und das Bundesnaturschutzgesetz bewährte Instrumente beinhalten, die grundsätzlich in der Lage sind, frühzeitig mögliche gewässerökologische Beeinträchtigungen zu erkennen, spezifische Vermeidungsmaßnahmen zu entwickeln und eine natur- und gewässerverträgliche Standortfindung und Genehmigung von schwimmenden Solaranlagen zu ermöglichen. Dabei kommt dem Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie eine zentrale Aufgabe zu.

Für die kommunale Praxis der Genehmigung von Floating PV-Anlagen besteht gegenwärtig die Herausforderung darin, die entsprechenden Instrumente im Verfahrensablauf so aufeinander abzustimmen, dass sie sich inhaltlich ergänzen. Hierfür empfiehlt es sich, die örtlich zuständigen Wasser- und Naturschutzbehörden möglichst frühzeitig im Verfahren zu beteiligen und deren Anforderungen aufeinander abzustimmen. Es ist zu vermeiden, dass mehrfache Erfassungen und Prüfungen derselben Schutzgüter durchgeführt werden oder neuartige Konflikte für Gewässerschutz und Naturschutz unerkannt bleiben.

Insbesondere bei den kleinen nicht-berichtspflichtigen Seen besteht die Herausforderung darin, dass für diese in der Regel keine gewässerbezogenen Daten vorliegen. Eine Lösungsmöglichkeit besteht darin, dass der Vorhabenträger in Abstimmung mit der Wasserbehörde eigene Kartierungen durchgeführt und dass auf diese Weise die Bedeutung der gewässerbezogenen und naturschutzfachlichen Schutzgüter beurteilt werden können.

In diesem Fall würden für einen See, auf dem die Errichtung einer Floating PV-Anlage geplant wird, eine ausreichende Datengrundlage vorliegen, um eine Bewertung des ökologischen Zustandes bzw. Potenzials vorzunehmen, das wasserrechtliche Verschlechterungsverbot im Rahmen eines Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie zu prüfen und ggf. geeignete gewässerökologische Maßnahmen zu entwickeln. Auch wenn dies nach der Rechtsprechung des EuGH und BVerwG rechtlich nicht zwingend geboten ist, so ist es naturschutzfachlich doch erforderlich, sollen wertvolle Schutzgüter nicht ohne Prüfung und Entwicklung von Maßnahmen beansprucht werden.

Eine andere Herausforderung besteht darin, dass einige künstliche Gewässer, oftmals Tagauseen, bekanntermaßen gewässerökologisch und naturschutzfachlich hochwertig sind, aber mit keiner naturschutzfachlichen Schutzgebietskategorie belegt sind. Falls beispielsweise ein FFH-Lebensraumtyp von der Planung einer Floating PV-Anlage betroffen ist,

könnte untersucht werden, ob dieser nach § 30 Abs. 2 BNatSchG auch einen gesetzlich geschützten Biotop darstellt, wie etwa einen natürlichen oder naturnahen Bereich eines stehenden Binnengewässers. In diesem Fall würden die Verbote nach § 30 Abs. 2 BNatSchG und die Anforderungen an eine Ausnahme nach § 30 Abs. 3 BNatSchG Berücksichtigung finden und spezifische Ausgleichsmaßnahmen nach sich ziehen. Des Weiteren ist eine Befreiung nach § 67 BNatSchG möglich, falls entsprechende Gründe vorliegen.

6.4.2 Kriterien zur Prüfung der Auswirkungen von FPV-Anlagen auf Oberflächengewässer

Die bisherige Betrachtung bezog sich darauf, in welchem Umfang die gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen von den Instrumenten des Naturschutz- und Wasserrechts erfasst werden. Ergänzend ist es sinnvoll, die fachlichen Kriterien für die Einzelfallprüfung zu konkretisieren und gewässerbezogene Maßnahmen zur Vermeidung oder Kompensation zu entwickeln. Aufgrund der zu prüfenden Schutzgüter bietet sich hier vor allem der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie an (LAWA 2023: 8).

Bei natürlichen Oberflächengewässern sind die Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf den ökologischen Zustand und bei erheblich veränderten oder künstlichen Gewässern auf das ökologische Potenzial zu prüfen. Weiterhin wird der chemische Zustand betrachtet. In Anlage 3 OGeWV sind für den ökologischen Zustand bzw. das Potenzial biologische, chemische (bzw. „flussgebietsspezifisch“), hydromorphologische und allgemein physikalisch-chemische Qualitätskomponenten angegeben, in Anlage 8 OGeWV finden sich die Umweltqualitätsnormen (UQN) für den chemischen Zustand. Je nachdem, ob es sich um Flüsse, Seen, Übergangsgewässer oder Küstengewässer handelt, sind in Anlage 3 OGeWV unterschiedliche Parameter für die einzelnen Qualitätskomponenten definiert. Abb. 21 gibt einen Überblick über die aquatischen Schutzgüter bzw. Qualitätskomponenten eines Sees.

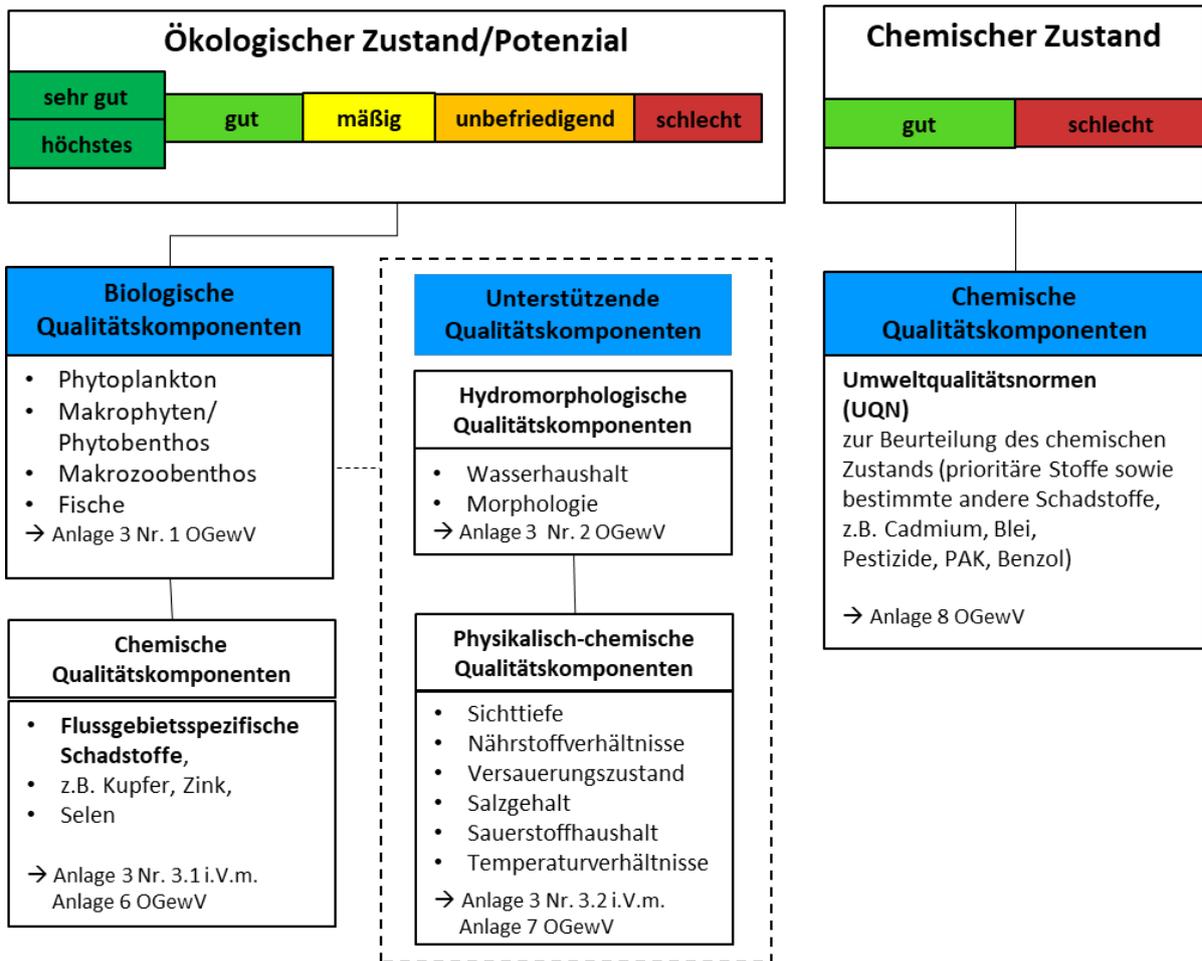


Abb. 21: Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes bzw. Potenzials und chemischen Zustandes eines Sees (eigene Darstellung)

In Seen setzt sich die Gewässerflora aus Phytoplankton und Makrophyten/Phytobenthos (Wasserpflanzen/Bewuchs am Gewässerboden) sowie die Gewässerfauna aus der Fischfauna und der benthischen wirbellosen Fauna (Makrozoobenthos) zusammen. Die hydromorphologischen Qualitätskomponenten werden bei Seen über den Wasserhaushalt (Verbindung zu Grundwasserkörpern, Wasserstandsdynamik, Wassererneuerungszeit) und die Morphologie (Tiefenvariation, Menge, Struktur und Substrat des Bodens, Struktur der Uferzone) abgebildet. In Bezug auf die physikalisch-chemischen Qualitätskomponenten werden die Qualitätskomponenten Sichttiefe, Wassertemperatur, Salzgehalt, Versauerungszustand und Nährstoffverhältnisse angegeben. Allerdings werden in Anlage 7 OGEwV nur für Gesamtphosphor und Sichttiefe Orientierungswerte angegeben, die zum Erreichen des sehr guten ökologischen Zustandes und des höchsten ökologischen Potenzials einzuhalten sind.

Hieran wird deutlich, wie differenziert sich nach § 27 WHG das Prüfprogramm eines Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie für eine schwimmende Solaranlage auf einem See darstellt. Um eine systematische Prüfung durchzuführen, werden in den vorhandenen Leitfäden in der Regel die bau-, anlage- und betriebsbedingten Wirkungen eines Vorhabens unterschieden und die jeweiligen Wirkfaktoren des Vorhabens den Schutzgütern bzw. Qualitätskomponenten zugeordnet (vgl. FGSV 2021: 14). Vorab ist zu unterscheiden, welche Qualitätskomponenten und Kriterien im Rahmen der Einzelfallprüfung erfasst werden können und welche im Rahmen eines übergreifenden Forschungsvorhabens zu untersuchen sind. Zu letzterem gehört beispielsweise, welche Auswirkungen Floating PV-Anlagen auf Effekte des anthropogenen Klimawandels haben, wenn dadurch die Verdunstung des Sees reduziert wird.

Um die relevanten Wirkfaktoren einer Anlage in Bezug auf die Qualitätskomponenten eines Sees mit diesem Schema abbilden zu können, wird die Zusammenstellung der hypothetischen und empirischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf Oberflächengewässer und Uferbereiche einbezogen (s. Tab. 39).

Bei dieser Matrix ist zu beachten, dass ein Wirkfaktor in der Regel unterschiedliche Qualitätskomponenten gleichzeitig beeinflusst. Dabei kann es sich um einen potenziell direkten oder indirekten Wirkzusammenhang handeln. Direkte Wirkzusammenhänge ergeben sich durch unmittelbare Einwirkung auf eine Qualitätskomponente, indem beispielsweise ein verringertes Lichteinfall das Wachstum von Phytoplankton oder Makrophyten vermindert. Ebenso kann die Veränderung einer hydromorphologischen Qualitätskomponente, etwa der Gewässerstruktur, indirekt die biologischen Qualitätskomponenten wie die Fischfauna beeinflussen. Die Bezeichnung „unterstützende Qualitätskomponente“ leitet sich daraus ab, dass diese für die Bewertung des ökologischen Zustandes/Potenzials selbst keine Rolle spielen, allerdings für die biologischen Qualitätskomponenten, die von ihnen abhängig sind.

In der Matrix werden die zu untersuchenden Wirkzusammenhänge als Kreuze in den Kästchen darstellt. Um die spezifischen, zum Teil neuartigen Wirkungen hervorzuheben, die durch Floating PV-Anlagen auf Seen ausgelöst werden können, sind die entsprechenden Kriterien in der Tabelle in der ersten Spalte angegeben (z. B. Wassertemperatur).

Tab. 39 Wirkfaktoren einer FPV-Anlage (FPV) und deren potenzieller Wirkzusammenhang mit den Qualitätskomponenten und UQN für Seen (Stand Juli 2023)

Wirkfaktoren	Schutzgüter WHG/WRRL							
	Ökologischer Zustand/Potenzial							Chemischer Zustand
	Biologische QK				Unterstützend		Chem. QK	
	Fische	Makrozoobenthos	Makrophyten/Phytobenthos.	Phytoplankton	Allg. physikalisch.-chemische Qualitätskomponenten	Hydromorphologische QK	Flussgebietspezifische Schadstoffe	
Floating PV-Anlage								
Bauphase	Potenzieller Wirkzusammenhang							
Sediment- und Schadstoffeinträge durch Baufahrzeuge/Baumaschinen, Baustellenflächen	(X)	(X)	(X)		X		X	X
Erschütterungen, Lärm in der Bauphase	X							
Anlage								
Inanspruchnahme von Uferbereichen für Wechselrichter, Transformator, Stege etc.	(X)	(X)	(X)			X		
Verankerung der Anlage am Gewässergrund		(X)	X			X		
Lage der FVP-Module auf dem See	(X)	(X)	X	X	X			
Luft-Wasser-Oberfläche	(X)				X			
Windgeschwindigkeit über Wasser					(X)			
Lichteinfall, Beschattung		X	X	X				
Sauerstoffeintrag, anaerobe Prozesse	X	X		(X)	X			
Wassertemperatur	(X)	(X)			X			
Verdunstung					X			
Eisbedeckung im Winter			X		X			
Schichtungsverhalten des Sees	(X)		(X)	(X)	X			
Algenwachstum	(X)	(X)	X	X				
Betrieb								
Ggf. Eintrag von Reinigungsmitteln, falls auf diese nicht verzichtet wird								
Schwimmkörper, Module, etc.								

Legende: X = potenzieller direkter Wirkzusammenhang; (X) = potenzieller indirekter Wirkzusammenhang

Die Tabelle für den Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie zeichnet sich dadurch aus, dass vor allem die aquatischen Schutzgüter bzw. Qualitätskomponenten abgebildet sind. Wasservögel, Auenbereiche oder das Landschaftsbild gehören nicht zu den Schutzgütern der OGW (s. Kap. 6.2.2). Die Umweltprüfung und Eingriffsregelung sind ebenfalls anzuwenden, da bei der baulichen Errichtung einer Floating PV-Anlage immer auch Land- und Uferbereiche beansprucht werden. Diese Instrumente erfassen die terrestrischen Schutzgüter und stellen geeignete Erfassungskriterien und Bewertungsmethoden bereit. In dem Artikel „Der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie im Zusammenspiel mit anderen naturschutz- und umweltrechtlichen Prüfinstrumenten“ wird dargelegt, wie sich dieser mit der Eingriffsregelung, der artenschutzrechtlichen Prüfung und der FFH-Verträglichkeitsprüfung ergänzen kann (Wachter et al 2023).

Es wird vermutet, dass vom Betrieb der Anlage voraussichtlich keine schädigenden Wirkungen stofflicher Natur ausgehen, falls Schwimmkörper aus HDPE eingesetzt werden. Der Schwerpunkt der Prüfung liegt somit auf den Auswirkungen der Anlage als physikalischer Körper auf der Wasseroberfläche.

Da Tab. 39 auf dem gegenwärtig noch nicht abgesicherten Kenntnisstand über die gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen beruht, stellt sie einen Entwurf dar, der mit zunehmendem Wissen weiterzuentwickeln ist. Auch wenn beispielsweise das Zooplankton im Rahmen eines Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie gemäß Oberflächengewässerverordnung üblicherweise nicht beurteilt wird, kann dies in Bezug auf die schwimmende Solaranlagen durchaus sinnvoll sein und wird von der LAWA auch so vorgeschlagen (LAWA 2023: 8).

6.5 Abschließende Handlungsempfehlungen

Bei Floating PV handelt es sich um einen neuartigen Anlagentyp, der sich in den letzten Jahren auch in Deutschland etabliert hat. Mit Stand 30.6.2023 sind in Deutschland zehn Floating PV-Anlagen nach Marktstammdatenregister in Betrieb genommen. Darüber hinaus liegen für weitere Anlagen Baugenehmigungen vor, so für den Philippsee in Baden-Württemberg und den Cottbuser Ostsee in Brandenburg (Landkreis Karlsruhe 2023, LEAG 2023).

Vor dem Hintergrund des beschleunigten Ausbaus der erneuerbaren Energien und der Solarstrategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz befindet sich die Genehmigung der Anlagen in einem Spannungsverhältnis zwischen einer möglichst hohen Stromerzeugung und den Anforderungen des Gewässer- und Naturschutzes sowie dem Schutz und Erhalt der biologischen Vielfalt. Die zu Beginn des Jahres verabschiedeten Kriterien des § 36 WHG haben dazu geführt, dass einzelne geplante Floating PV-Anlagen entweder aufgegeben oder in ihrer Größe beschränkt wurden. So wurde die geplante Anlage auf dem Philippsee von geplanten 12 Hektar auf 8,7 Hektar reduziert, obwohl alle anderen Nutzer des Sees auch der größeren Lösung zugestimmt hätten (Landkreis Karlsruhe 2023). In Bayern wurden geplante Projekte in Dillingen und Erding beendet (Dallmus 2023). Vor diesem Hintergrund wird von Seiten dieser Vorhabenträger gefordert, die Kriterien des WHG zu überarbeiten.

Es besteht das Ziel, die Kriterien des Wasserhaushaltsgesetzes anzupassen, sobald weitere fachliche Erkenntnisse vorliegen, die eine fundierte Einschätzung der gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen ermöglichen. In der Photovoltaik-Strategie des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird ein maßvolles Nachjustieren der Kriterien des Wasserhaushaltsgesetzes benannt, um die Entwicklung von Floating PV-Anlagen zu ermöglichen (BMWK 2022: 11). Auch das Bundesamt für Naturschutz formuliert im Positionspapier „Eckpunkte für einen naturverträglichen Ausbau der Solarenergie“ in Bezug auf

Floating PV, dass die Regelungen zum Schutz von Ufer- und Flachwasserbereichen sowie zur maximal nutzbaren Gewässerfläche pro Gewässer weiterentwickelt werden sollten (BfN 2022: 8).

Diese Diskussion ist vor dem Hintergrund zu sehen, dass der aktuelle Bedeckungsgrad von 15 Prozent für Anlagen auf Oberflächengewässern nicht auf empirischen Untersuchungen beruht, sondern auf dem umweltrechtlichen Vorsorgeprinzip, da die gewässerökologischen Auswirkungen derzeit noch weitgehend unbekannt sind (Bundesregierung 2022).

Abb. 22 veranschaulicht die aktuellen Rahmenbedingungen und anstehenden Schritte für einen Konventionsbildungsprozess, um eine gewässer- und naturschutzverträgliche Genehmigung von Floating PV-Anlagen zu entwickeln, die bei einem moderat erhöhten Potenzial der Stromerzeugung gleichzeitig einen ausreichenden Schutz der betroffenen Gewässer und Uferbereiche gewährleistet.

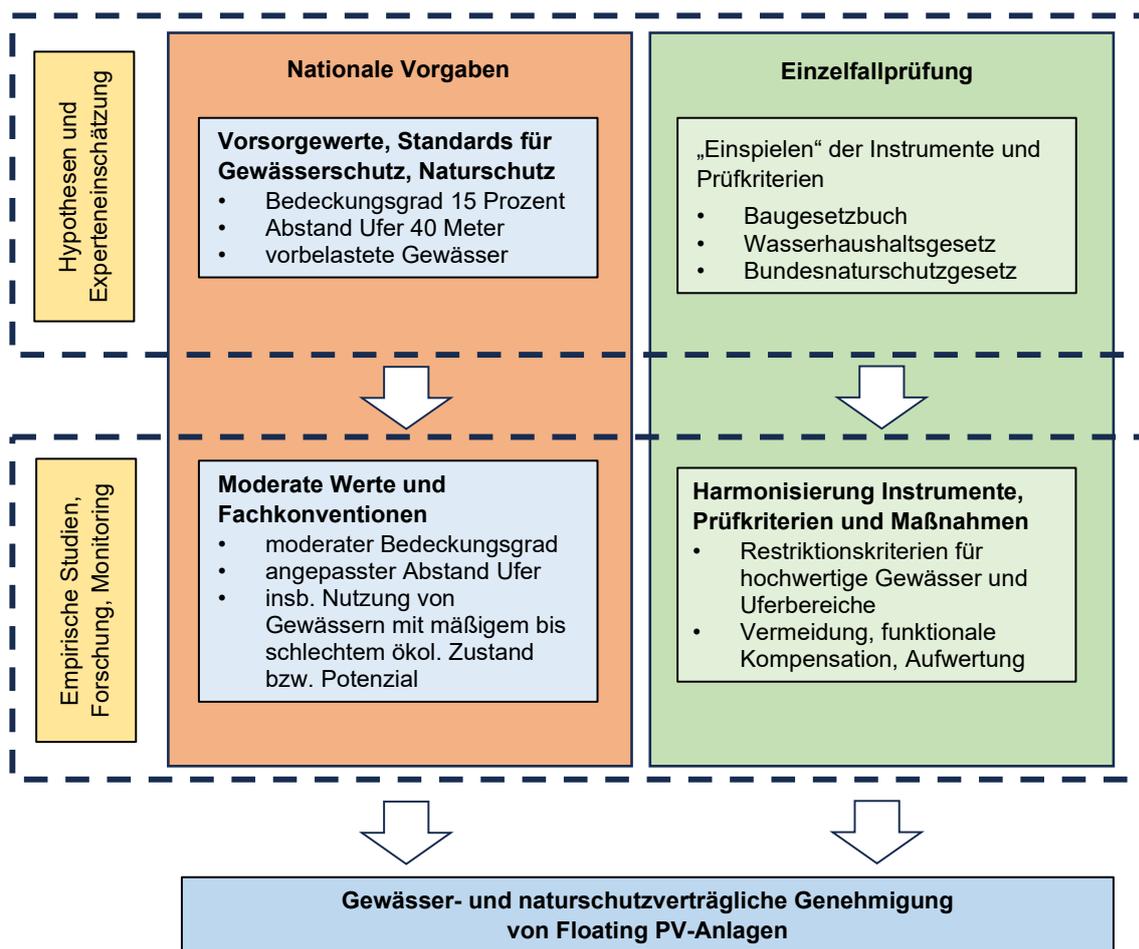


Abb. 22: Regelungsbereiche zum Erreichen einer gewässer- und naturschutzverträglichen Genehmigung von FPV-Anlagen in Deutschland (eigene Darstellung)

Auf der einen Seite wird die Genehmigung von Floating PV-Anlagen einheitlich durch nationale Vorgaben geregelt, auf der anderen Seite durch die Anwendung der Instrumente des Wasser-, Naturschutz- und Baurechts in der Einzelfallprüfung, insbesondere durch den Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie. Diese Instrumente ermöglichen es, in der Vorhabengenehmigung auf die spezifischen Merkmale des Standorts einzugehen und das Vorhaben daran anzupassen. Die nationalen Vorgaben und Standards zum Bedeckungsgrad der Oberflä-

chengewässer durch Floating PV-Anlagen, zum Uferabstand und dem Ausschluss natürlicher Gewässer nach § 36 WHG müssen bei allen Genehmigungen gleichermaßen berücksichtigt werden. Aufgrund der einheitlichen Handhabung und rechtlichen Verbindlichkeit bieten sie die größten Möglichkeiten zum Schutz der Oberflächengewässer wie auch zur Ausweitung des Potenzials von Floating PV.

Eine Voraussetzung hierfür besteht darin, dass mehr wissenschaftliche Untersuchungen und Studien durchgeführt werden und Monitoringberichte zu Untersuchungen von in Betrieb befindlichen Anlagen vorliegen. Dann können die realen Auswirkungen der Anlagen auf die aquatische Tier- und Pflanzenwelt bzw. den ökologischen Zustand bzw. das Potenzial und den chemischen Zustand besser beurteilt und ggf. entsprechend derzeit geltende Vorgaben angepasst werden (Kap. 6.2.2).

Aus diesem Grund stellen die folgenden Überlegungen für Seen nur Tendenzaussagen und Empfehlungen dar. Fließgewässer, Übergangs-, Küsten- und Meeresgewässer werden nicht einbezogen.

Um das nutzbare Potenzial für Floating PV auf Seen zu erhöhen, bieten sich im Hinblick auf § 36 Abs. 3 WHG folgende Möglichkeiten an:

- Verringerung des Abstands der Floating PV-Anlage zum Ufer
- Bedeckung von mehr als 15 Prozent der Wasseroberfläche für Baggerseen
- Berücksichtigung des ökologischen Zustandes bzw. des Potenzials eines Sees bei der Standortfindung
- Berücksichtigung der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie bei der Standortfindung
- Hinweise zur Anpassung des Bedeckungsgrades der Floating PV-Anlage

1) Verringerung des Abstands der Floating PV-Anlage zum Ufer

Die Verringerung des Abstandes zum Ufer von derzeit 40 m, eignet sich als Einflussgröße zur Ausweitung des Potenzials für Floating PV-Anlagen nur bedingt, da sich der Abstand in der Regel nicht auf das Flächenpotenzial auswirkt; diesbezüglich ist der Grad der Flächenbedeckung entscheidend. Des Weiteren sind Bereiche mit Vorkommen von Pflanzen (Schwimmpflanzenbereiche und Flachwasserzonen) weiterhin von einer Überdeckung frei zu halten.

Als Beispiel dient ein kreisrunder See von 50 Hektar bzw. 0,5 Quadratkilometer, der die Untergrenze der berichtspflichtigen Seen darstellt. Er weist einen Radius von 398 Meter auf ($\text{Radius} = \sqrt{\frac{\text{Umfang}}{\pi}}$). Wird der Radius gemäß § 36 WHG um 40 Meter vermindert, ergibt sich 40,4 Hektar Fläche bzw. 80,9 Prozent des ursprünglichen Sees. Wird der Radius nur um 20 Meter vermindert bzw. der aktuelle Abstand zum Ufer halbiert, verbleiben 44,8 Hektar bzw. 89 Prozent der ursprünglichen Fläche. Der „Flächengewinn“ wirkt sich jedoch nicht aus, da der 15 Prozent-Bedeckungsgrad maßgeblich ist. Im Übrigen ist dies auch der Fall, wenn der Radius um 80 Meter vermindert bzw. der Abstand zum Ufer verdoppelt wird: dann verbleiben 31,9 Hektar bzw. 63 Prozent der ursprünglichen Fläche.

Selbst bei einem fünf Hektar großen See, der in dieser Studie die Untergrenze der Erfassung darstellt, wirkt sich ein verringerter Abstand vom Ufer nicht auf die verfügbare Fläche für Floating PV-Anlagen aus. Wird der Radius von 126 Meter gemäß § 36 WHG um 40 Meter vermindert, ergibt sich 2,32 Hektar bzw. 46 Prozent der ursprünglichen Fläche. Werden nur 20 Meter vom Radius abgezogen, verbleiben dreieinhalb Hektar Fläche bzw. 70,5 Prozent des ursprünglichen Sees. Selbst bei diesem geringen Abstand vom Ufer ergibt sich keine

größere verfügbare Fläche für Floating PV-Anlagen, da hier weiterhin das 15 Prozent-Kriterium den Ausschlag gibt.

Erst wenn bei dem 5 Hektar großen kreisrunden See vom 126 Meter Radius 80 Meter abgezogen werden, verbleiben 0,6 Hektar bzw. 13,2 Prozent der ursprünglichen Fläche. Nun wirkt sich der vergrößerte Uferabstand stärker auf die verfügbare Seefläche aus als der 15 Prozent-Bedeckungsgrad. Vor diesem Hintergrund ist es sinnvoll, bei einer Änderung der quantitativen Flächenwerte vorrangig auf den Bedeckungsgrad der Seeoberfläche abzustellen. Der Mindestabstand zum Ufer kann somit auch deutlich erhöht werden, ohne dabei die verfügbare Fläche für eine Anlage einzuschränken.

Diese Schlussfolgerung entspricht im Übrigen der naturschutzfachlichen Diskussion. Es besteht Einigkeit darüber, dass der Seegrund mindestens bis zur Tiefe der potenziellen unteren Makrophytengrenze von Floating PV-Anlagen unbeschattet bleiben sollte. Da der 40 Meter-Abstand zum Ufer eine Mindestgröße darstellt, lässt sich diese Forderungen jederzeit umsetzen. Die LAWA empfiehlt sogar, alle flachen Seen, auf deren Gewässergrund potenziell Unterwasservegetation aufwachsen kann, von einer Nutzung für Floating PV-Anlagen auszuschließen (LAWA 2023: 4).

2) Bedeckung von mehr als 15 Prozent der Wasseroberfläche für Baggerseen

Wie die aktuelle Marktübersicht zeigt, wird mehr als die Hälfte der Anlagen auf aktiven Baggerseen errichtet und dient größtenteils dem Betrieb der Förderanlagen zum Kiesabbau (s. Tab. 25). Hierbei handelt es sich um künstliche Kleingewässer, die sich im Entstehungsprozess befinden und in denen sich meist noch keine hochwertige Gewässerfauna und -flora entwickelt hat. Aktiv in Auskiesung befindliche Seen weisen im gesamten Wasserkörper infolge der ständigen Aufwirbelung von Feinmaterial und der Einleitung von Kieswaschwässern, selbst wenn sie durch Sedimentation gereinigt wurden, eine Tontrübung auf. Diese Feinsedimente bewirken eine Lichtlimitierung in der trophogenen Zone und führen zu einer Verminderung des lichtabhängigen Algenwachstums (Mader et al. 2004: 23). Durch die mineralische Trübung ist bereits vorhandene submerse Vegetation zumeist eingeschränkt und somit anhand der klassischen trophischen Herleitung keine untere Makrophytengrenze berechenbar. Aus diesem Grund wertet die LAWA die Deckung des Strombedarfs der fortlaufenden Abbauarbeiten (Elektromotoren von Förderbändern, Pumpen etc.) auf Baggerseen durch Floating PV-Anlagen als sinnvoll und zeitgemäß (LAWA 2023: 6). Ein weiterer Vorteil dieser Gewässer besteht darin, dass wenig Konfliktpotenzial mit anderen Nutzungsarten besteht. Aufgrund der noch laufenden Nassauskiesungen handelt es sich bei diesen Flächen um privatwirtschaftliches Betriebsgelände, so dass keine ausgewiesenen Naherholungsgebiete betroffen sind (BayStMB 2021: 35).

Vor diesem Hintergrund wäre die Option zu diskutieren, ob für die Zeit der aktiven Förderung ein deutlich höherer Bedeckungsgrad für Floating PV-Anlagen auf Baggerseen als 15 Prozent zuzulassen wäre. Wenn die Auskiesung beendet ist, ist zu prüfen, ob sich im Baggersee aufgrund der nährstoffarmen Verhältnisse Armleuchteralgen etc. angesiedelt haben, die einen LRT 3140 bilden.

3) Berücksichtigung des ökologischen Zustandes bzw. des Potenzials eines Sees bei der Standortfindung

Nach § 36 Abs. 3 WHG dürfen keine natürlichen Oberflächengewässer für Floating PV genutzt werden, sondern nur erheblich veränderte oder künstliche Gewässer. Dieser Regelung liegt die Annahme zugrunde, dass die ökologische Wertigkeit natürlicher Gewässer höher ist als die Wertigkeit künstlicher oder erheblich veränderter Gewässer. Das Kompetenzzentrum

Naturschutz und Energiewende weist darauf hin, dass es aus fachlicher Sicht wünschenswert wäre, diese Grundannahme zu überprüfen, da auch künstliche Gewässer eine hohe ökologische Bedeutung aufweisen können, während sich natürliche Gewässer in einem schlechten ökologischen Ausgangszustand befinden können (KNE 2022: 4).

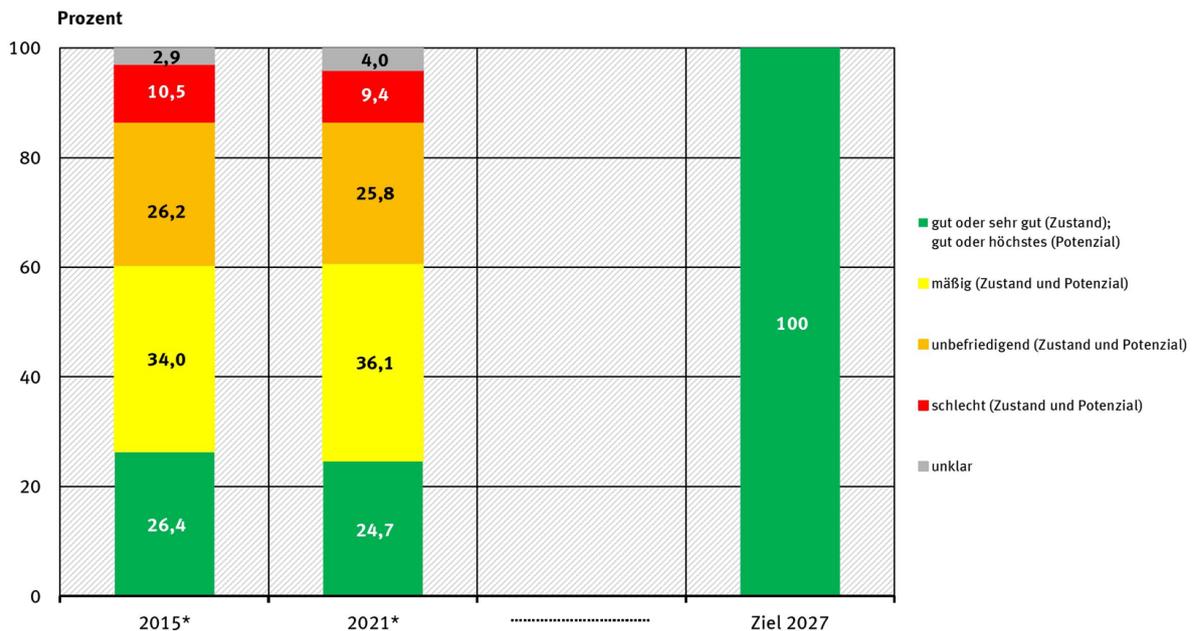
Die ökologische Wertigkeit eines Gewässers richtet sich nach der Oberflächengewässerverordnung. Gemäß § 5 OGewV stuft die zuständige Behörde den ökologischen Zustand eines natürlichen Oberflächenwasserkörpers in die Klassen sehr guter, guter, mäßiger, unbefriedigender oder schlechter Zustand ein. Die Einstufung eines künstlichen oder erheblich veränderten Wasserkörpers ergibt die Klassen höchstes, gutes, mäßiges, unbefriedigendes oder schlechtes Potenzial. Die Beurteilung des chemischen Zustandes richtet sich nach den Umweltqualitätsnormen in Anlage 8 OGewV. Hier sind die beiden Stufen „gut“ und „nicht gut“ vorgegeben.

Die entsprechende Einstufung ist allerdings nicht statisch, sondern wird auf der Grundlage der operativen Überwachung der Wasserkörper in jedem Bewirtschaftungszyklus aktualisiert (vgl. § 10 OGewV). Dies geschieht, weil die Wasserrahmenrichtlinie das Ziel aufweist, alle Oberflächengewässer (Flüsse, Seen, Übergangsgewässer, Küstengewässer) und das Grundwasser in einen guten ökologischen und chemischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu überführen. Nach Art. 4 Abs. 1a ii und iii WRRL hätte dies bereits bis zum Jahr 2015 geschehen sollen. § 29 Abs. 3 WHG ermöglicht unter bestimmten Voraussetzungen eine Fristverlängerung bis Ende 2027. Um dieses Ziel der Wasserrahmenrichtlinie zu erreichen, stellen die Flussgebietsgemeinschaften nach §§ 82 und 83 WHG regelmäßig Maßnahmenprogramme und Bewirtschaftungspläne auf. Die Gewässer werden in zusammenhängenden Flussgebietseinheiten (FGE) ganzheitlich und somit Staats-, Länder- und Verwaltungsgrenzen übergreifend betrachtet und bewirtschaftet.

Nach einer Auswertung des Umweltbundesamts befanden sich 2021 24,7 Prozent der deutschen Seen in einem guten oder sehr guten ökologischen Zustand und 36,1 Prozent in einem mäßigen Zustand. 25,8 Prozent wurden als unbefriedigend eingestuft und 9,4 Prozent als schlecht (UBA 2021b, s. Abb. 23).

Vor diesem Hintergrund bietet sich als weiteres Kriterium für die Nutzung von Floating PV-Anlagen an, auch den ökologischen Zustand bzw. das ökologische Potenzial der Seen heranzuziehen. Falls unterschiedliche Seen zur Auswahl stehen, könnten zunächst diejenigen ausgewählt werden, die ein schlechteres ökologisches Potenzial aufweisen.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, künstlich und erheblich veränderte Gewässer mit guten und sehr guten Einstufungen per se von der Floating PV-Nutzung auszuschließen. Dies ist zu erwägen, weil sich unter den künstlichen Seen viele Tagebauseen befinden, bei denen es sich wegen ihres guten Phosphorbindungsvermögens um nährstoffarme, klare Gewässer handelt. In einer Studie des Umweltbundesamts wurden 36 Tagebauseen bewertet, von denen über die Hälfte das gute ökologische Potenzial erreichen (Nixdorf et al. 2016). Ob diese wertvollen künstlichen Gewässer für die Nutzung durch Floating PV-Anlagen ausgeschlossen werden sollten, wäre zu diskutieren.



* Die Jahresangaben beziehen sich auf das Jahr der Berichterstattung an die EU. Für das Berichtsjahr 2015 wurden die Daten in den Jahren 2009 bis 2014 erhoben. Für das Berichtsjahr 2021 erfolgte die Datenerhebung in den Jahren 2015 bis 2020

Abb. 23: Anteil der Wasserkörper in Seen in mindestens gutem Zustand oder mit mindestens gutem Potenzial (UBA 2021b). Quelle: Umweltbundesamt, Berichtsportal WasserBLICK; Bundesanstalt für Gewässerkunde 2021, Bewirtschaftungspläne für die Periode 2022 bis 2027.

Tab. 40 zeigt die Verteilung der Wertstufen für natürliche, erheblich veränderte und künstliche Seen anhand des Lake Water Body-Datensatzes (BfG 2023). Demnach umfassen die Klassen ‚sehr gut‘ und ‚gut‘ immerhin einen Anteil von 40,6 Prozent der Gewässer. Nach der Auswertung des UBA (Abb. 23), die auf Daten von 2015 bis 2020 beruht, umfassen diese Klassen nur einen Anteil von 24,7 Prozent.

Tab. 40: Bewertung der deutschen Seen nach gewässerökologischen Wertstufen (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023)

Klasse	Ökologischer Zustand (natürliche Seen)						Summe
	1	2	3	4	5	U	
Anzahl	15	88	193	160	64	0	520
Fläche [km ²]	16,5	734,1	611,1	348,1	100,1	0	1810,1
Ökologisches Potenzial (erheblich veränderte Seen)							
Klasse	1	2	3	4	5	U	
Anzahl	0	46	36	21	2	0	105
Fläche [km ²]	0	92,2	79	47,2	1,4	0	220
Ökologisches Potenzial (künstliche Seen)							
Klasse	1	2	3	4	5	U	
Anzahl	0	33	38	9	2	31	113
Fläche [km ²]	0	58,1	49,7	12,4	1,1	63,8	185,2

Legende: natürlicher See 1 = sehr guter, 2 = guter, 3= mäßiger, 4= unbefriedigender, 5 = schlechter Zustand; künstlich oder erheblich veränderter See 1 = höchstes, 2 = gutes, 3 = mäßiges, 4 = unbefriedigendes, 5 = schlechtes Potenzial, u = unklassifiziert

Auffällig ist an der GIS-Auswertung auch, dass nur 15 natürliche Seen mit einer Fläche von 16,5 Quadratkilometer die Wertstufe sehr gut (1) aufweisen.

Die 218 erheblich veränderten und künstlichen Seen umfassen eine Fläche von 405,3 Quadratkilometern. Würden von diesen alle Seen, die mit sehr gut (1) oder gut (2) bewertet sind, für die Nutzung durch Floating PV-Anlagen ausgeschlossen, beträfe dies 79 Seen und würde die potenziell verfügbare Fläche um 150,3 Quadratkilometer auf 254,9 Quadratkilometer reduzieren.

Wie aus der Analyse ersichtlich, erweist sich das Kriterium, Floating PV-Anlagen nicht auf natürlichen Seen zuzulassen, als restriktiv. Dadurch ergibt sich von vornherein ein Ausschluss von 1.810 Quadratkilometer bzw. von ca. 77 Prozent der Seeoberfläche Deutschlands. Da der Lake Water Body-Datensatz vor allem die berichtspflichtigen Seen umfasst, erhöht sich die Gesamtfläche, wenn auch die nicht-berichtspflichtigen Seen kleiner 0,5 Quadratkilometer einbezogen werden. Unter der Annahme, dass diese mit 500 Quadratkilometern zur Hälfte natürlichen Ursprungs sind (s. Kap. 6.3.2), werden aufgrund der Vorgaben von § 36 Abs. 3 Nr. 1 WHG in Deutschland insgesamt ca. 2.310 Quadratkilometer natürliche Seenfläche für schwimmende PV-Anlagen ausgeschlossen.

4) Berücksichtigung der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie bei der Standortfindung

Angesichts der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie, alle Wasserkörper im Gebiet der Europäischen Gemeinschaft in einen guten ökologischen Zustand bzw. ein gutes ökologisches Potenzial zu überführen, stellt sich die Frage, wie diese Anforderungen bei der Genehmigung einer Floating PV-Anlage berücksichtigt werden können. Abb. 24 veranschaulicht an einem Schema für den Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie, wie bei dem Eingriff durch ein Vorhaben nicht nur der gewässerökologische Status quo wiederherzustellen bzw. zu kompensieren ist, sondern auch, wie dabei der angestrebte gute ökologische Zustand bzw. das gute ökologische Potenzial einbezogen werden können.

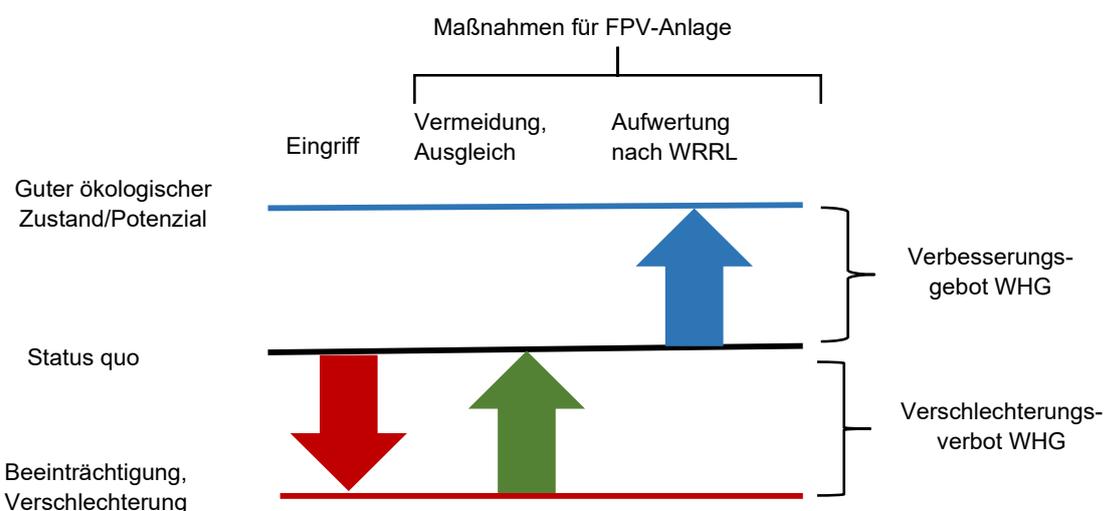


Abb. 24: Ableitung von gewässerökologischen Maßnahmen für eine Floating PV-Anlage (eigene Darstellung)

Zunächst muss sichergestellt werden, dass die Installation und der Betrieb der Anlage für keine der Qualitätskomponenten des Sees zu einer Verschlechterung führen. Dabei ist zu beachten, dass nicht jede Veränderung als Verschlechterung im rechtlichen Sinne gilt. Nach

dem Urteil des Europäischen Gerichtshofs zur Weservertiefung von 2015 ist hierfür ein Klassensprung bei mindestens einer Qualitätskomponente notwendig. Folglich ist eine gewisse nachteilige Veränderung hinnehmbar, solange diese keinen Klassensprung auslöst. Lediglich dann, wenn sich die Qualitätskomponente bereits im schlechtesten Zustand befindet, stellt eine nachteilige Veränderung unmittelbar eine Verschlechterung dar (Elgeti 2015, Durner 2019; s. Kap. 6.4.1).

Um einer Verschlechterung entgegenzuwirken, bieten sich im Rahmen des Fachbeitrags Wasserrahmenrichtlinie Vermeidungs- und in gewissen Umfang auch Ausgleichsmaßnahmen an. Dabei ist ein funktionales Verständnis der betroffenen Qualitätskomponenten sinnvoll, um innerhalb der Qualitätskomponenten Wirkzusammenhänge abbilden zu können. Im Rahmen des Bebauungsplanverfahrens steht es den Gemeinden frei, sachgerechte und nachvollziehbare Methoden anzuwenden (BayStMB 2021: 23).

Entscheidend ist, dass die verbessernden Maßnahmen in der Gesamtbilanz die nachteiligen Auswirkungen des Vorhabens auf den betroffenen Wasserkörper funktional ausgleichen und zeitgleich durchgeführt werden. Eine zeitliche Verzögerung, ein Timelag, der Maßnahmenentwicklung ist nicht möglich. Die ausgleichende Maßnahme kann sowohl im örtlichen Zusammenhang mit der Anlage als auch an anderer Stelle erfolgen, solange sie sich im betroffenen Wasserkörper auswirkt und der durch das Vorhaben verursachten Beeinträchtigung entgegenwirkt (ausführlich LAWA 2017: 33f.). Als gewässerökologische Maßnahme kommt beispielweise die Reduzierung von Nährstoffeinträgen in den See oder die Reduzierung des Fischbestandes in Betracht.

Angesichts der Zielsetzung der Wasserrahmenrichtlinie kann sich die Planung einer Floating PV-Anlage jedoch nicht darauf beschränken, den Status quo zu wahren (Verschlechterungsverbot). Vielmehr muss auch die Aufwertungsspanne berücksichtigt werden, die für den See zur Zielerreichung der erforderlichen Maßnahmen nach Wasserrahmenrichtlinie umzusetzen ist (Verbesserungsgebot).

Nach § 83 WHG stellen die zuständigen Flussgebietsgemeinschaften und Wasserbehörden für jede Flussgebietseinheit ein Maßnahmenprogramm auf, um die Bewirtschaftungsziele nach Maßgabe der §§ 27 bis 31, 44 und 47 zu erreichen und hierfür grundlegende und ergänzende Maßnahmen aufzunehmen. Daher stellt sich bei der Planung einer schwimmenden Solaranlage nicht die Aufgabe, selbst zur Zielerreichung beizutragen oder gar, diese umzusetzen. Im Hinblick auf das Verbesserungsgebot nach § 27 Abs. 1 Nr. 2 und Abs. 2 Nr. 2 WHG ist nachzuweisen, dass die Auswirkungen der Anlage die geplanten Maßnahmen des Maßnahmenprogramms für einen See weder gefährden noch deren Umsetzung vereiteln. Die Folgewirkungen eines Vorhabens dürfen nicht mit hinreichender Wahrscheinlichkeit faktisch zu einer Vereitelung der Bewirtschaftungsziele führen (Urteil des BVerwG vom 09.02.2017, Rn. 582). Dieser Anforderungen wird entsprochen, wenn die von der Anlage ausgehenden Wirkfaktoren die geplanten Maßnahmen des Maßnahmenprogramms zur WRRL nicht beeinflussen.

Da der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie nicht planfestgestellt wird, ist er darauf angewiesen, dass seine gewässerbezogenen Maßnahmen in ein anderes Instrument bzw. Fachgutachten überführt und dort festgestellt werden. Hierfür bietet sich der Landschaftspflegerische Begleitplan der Eingriffsregelung an (Wachter et al. 2023). Auch Breuer (2015) geht davon aus, dass sich die Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen der Eingriffsregelung unter bestimmten Voraussetzungen für die Verwirklichung der Ziele der Wasserrahmenrichtlinie einsetzen lassen.

5) Hinweise zur Anpassung des FPV-Bedeckungsgrades der Floating PV-Anlage

Um Hinweise zur Anpassung der Kriterien des § 36 Abs. 3 WHG zu geben, werden die bisherigen Überlegungen zusammengeführt. Dabei handelt es sich allerdings nur um Tendenzaussagen, nicht um konkrete Vorschläge. Die Spannweite reicht von einer „deutlichen“ Verringerung bis zu einer „deutlichen Erhöhung“, wobei es sich um ordinale Aussagen handelt. Erst wenn ausreichendes Wissen über die realen gewässerökologischen Auswirkungen von Floating PV-Anlagen vorliegen, kann im Rahmen eines Konventionsbildungsprozesses eine abgestimmte und verbindliche Anpassung der Kriterien geleistet werden (s. Abb. 22).

In Tab. 41 werden die drei Kategorien des menschlichen Einflusses mit den fünf Bewertungsstufen des ökologischen Zustandes bzw. Potenzials zusammengeführt. Bei künstlichen Seen wird unterschieden, ob weiterhin eine Nutzung bzw. ein Abbau von Rohstoffen stattfindet oder bereits beendet ist.

Bei künstlichen Seen, bei denen aktuell ein Rohstoffabbau stattfindet, wird den Stufen mäßig bis schlecht eine Erhöhung bzw. deutliche Erhöhung des Bedeckungsgrades zugeordnet. Hierbei ist zu klären, ob sich eine Erhöhung auf die aktuelle Größe des Sees oder auf den genehmigten Umfang beziehen soll. Ebenso ist festzulegen, ob bzw. wie lange die Nutzung einer Anlage über den Abbaubetrieb hinaus erfolgen kann.

Bei erheblich veränderten und künstlichen Seen, bei denen kein Rohstoffabbau (mehr) vorliegt und die die Bewertungsstufen sehr gut oder gut aufweisen, wird vorgeschlagen, gegenüber der aktuellen Regelung eine Verringerung bzw. deutliche Verringerung des FPV-Bedeckungsgrades vorzunehmen. Bei Seen mit einer unbefriedigenden oder schlechten Einstufung könnte umgekehrt der Bedeckungsgrad erhöht werden. Falls ein See aus Sicht des Naturschutzes wertvoll ist und bspw. einen FFH-Lebensraumtypen 3130 oder 3140 aufweist, dürfte im Rahmen der Genehmigung voraussichtlich der Betrieb einer schwimmenden Solaranlage versagt werden. Da der FFH-Lebensraumtyp als Kriterium nicht in die Einstufung des Gewässerzustandes eingeht, sind hierfür die komplementären Schutzinstrumente des Naturschutzrechts zuständig, etwa die Verbote des § 30 Abs. 2 BNatSchG für gesetzlich geschützte Biotope.

Tab. 41: Unverbindlicher Vorschlag für Anpassung der Bedeckungsgrade für Floating PV-Anlagen auf Seen

Bewertung nach WRRL		Menschlicher Einfluss			
Potenzial	Zustand	natürlich	erheblich verändert	künstlich (ohne Nutzung)	künstlich (Kiesabbau)
höchstes	sehr gut	?	--	--	0
gutes	gut	?	-	-	0
mäßiges	mäßig	?	0	0	+
unbefriedigendes	unbefriedigend	?	+	+	++
schlechtes	schlecht	?	(+)	(+)	(++)

Legende: -- : deutliche Verringerung; - : Verringerung; 0 = keine Veränderung; + = Erhöhung; ++ = deutliche Erhöhung; ? = Grundsatzfrage, ob FPV-Nutzung () = Nutzung nur möglich, falls Qualitätskomponente mit der schlechten Einstufung nicht betroffen

Falls ein schlechter ökologischer Zustand bzw. ein schlechtes ökologisches Potenzial vorliegt, darf eine geplante Floating PV-Anlage generell nur genehmigt werden, falls sich diese nicht auf die Qualitätskomponenten auswirkt, die der schlechten Einstufung zugrunde liegen.

Für natürliche Gewässer könnte nur dann eine Floating PV-Nutzung erwogen werden, wenn von der Bestimmung des § 36 Abs. 3 Abs. 1 WHG abgewichen würde. Da es sich hier jedoch um eine Prämisse bzw. Werthaltung handelt, die im Rahmen einer übergeordneten politischen Konventionsbildung zu diskutieren ist, wird hier diesbezüglich kein Hinweis gegeben.

Wenn mehr belastbares Wissen über die Umweltauswirkungen von Floating PV-Anlagen vorliegt, desto besser können die dargelegten Vorschläge in der fachlichen Diskussion weiterentwickelt werden. Dann besteht ggf. die Möglichkeit, das Potenzial der Stromerzeugung moderat zu erhöhen und gleichzeitig eine gewässer- und naturschutzverträgliche Genehmigung von Floating PV-Anlagen zu gewährleisten.

7 Rechtsrahmen für eine naturverträgliche räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen

7.1 Status Quo des gegenwärtigen Rechtsrahmens

Der derzeitige Rechtsrahmen für die naturverträgliche²⁸ räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen ist, genauso wie die Steuerungsaktivitäten auf den unterschiedlichen Ebenen der Raumplanung, zunehmend durch Fragmentierung gekennzeichnet. Maßgeblich sind insoweit vor allen Dingen drei Entwicklungen:

Im Förderrecht des EEG 2023 lässt sich eine Ausweitung sowie eine zunehmend detaillierte Ausgestaltung der förderfähigen Flächenkulisse für eine naturgerechte Steuerung geförderter Anlagen beobachten. Mit den derzeit angekündigten Änderungen im Rahmen des sog. Solarpaket 1 dürfte sich dieser Trend noch verstärken²⁹. Gleichzeitig ist die Steuerungsleistung des Förderrechts zunehmend eingeschränkt: Zum einen, weil der Anteil des Zubaus an ungeforderten Anlagen außerhalb des EEG stetig zunimmt und in 2022 schon bei rund einem Viertel der installierten Leistung von 2,8 Gigawatt³⁰ lag, zum anderen, weil der ursprünglich mit dem im EEG verfolgte Ansatz, in erster Linie eine Förderung vorbelasteter Flächen vorzusehen, zugunsten verstärkter Ausbau- und Klimaschutzbemühungen und einem Ausgleich mit landwirtschaftlichen Interessen zurückgestellt wird und deshalb schon das Steuerungsziel an sich weniger auf eine Begrenzung des Zubaus auf der Freifläche gerichtet ist.

Da PV-Freiflächenanlagen zuletzt deutlich größer dimensioniert wurden, ist zudem die Rolle der Raumordnung hinsichtlich einer Kompensation der abnehmenden förderrechtlichen Steuerung in den fachlichen Diskussionen wieder stärker in den Blick geraten. In den Ländern lassen sich insoweit unterschiedliche, aber durchaus verstärkte Steuerungsaktivitäten erblicken. Zwar wurde im Rahmen der Novelle des Raumordnungsgesetzes eine dort zunächst geplante raumordnerische Ausschlussplanung letztlich für PV-Freiflächenanlagen ausdrücklich nicht für anwendbar erklärt³¹. Auch mit den existierenden Instrumenten der Raumordnungsplanung ist aber eine stärkere Steuerung als bislang möglich und dürfte angesichts der Dynamik des Ausbaus auch zunehmend eingesetzt werden. Eine Umgestaltung des planungsrechtlichen Rahmens, der gerade auch die Naturverträglichkeit des Ausbaus fördern soll, hat auf gesetzlicher Ebene für das Planungsrecht bislang aber nicht stattgefunden.

Die dritte maßgebliche Entwicklung verläuft vor dem Hintergrund stark angehobener Ausbauziele für die Photovoltaik im EEG 2023 sowie der stark angehobenen Ausschreibungsmengen für PV-Freiflächenanlagen einschließlich der sogenannten besonderen PV-Anlagen. Nachdem zwischenzeitlich bei noch deutlich geringeren Ausschreibungsmengen Ausschreibungen für Freiflächenanlagen unterzeichnet waren und hierfür nicht zuletzt ein Mangel an ausgewiesenen Flächen verantwortlich gemacht wurde³², kamen zunehmend Zweifel auf, ob die derzeitige Regelvoraussetzung einer gemeindlichen Bebauungsplanung für die Umsetzung einer PV-Freiflächenanlage geeignet ist, den künftigen Flächenbedarf zu decken. Der

²⁸ Vgl. Abschnitt 5.3.

²⁹ Vgl. Gesetzentwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung.

³⁰ Eigene Auswertung des Marktstammdatenregisters.

³¹ Vgl. Art. 1 Ziff. 5 des Gesetzes zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften (ROGÄndG) vom 22. März 2023, BGBl 2023 I Nr. 88 vom 28. März 2023.

³² So bspw. BNE, bne-Statement zur Unterzeichnung der Solarpark-Ausschreibungsrunde, <https://www.bne-online.de/de/news/detail/bne-pressestatement-zur-unterzeichnung-der-solarpark-ausschreibungsrunde/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023).

Gesetzgeber hat hierauf – nicht zuletzt vor dem Hintergrund des russischen Angriffskriegs und der damit einhergehenden Versorgungskrise – inzwischen reagiert und mit der Privilegierung von PV-FFA nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB eine planeretzende gesetzgeberische Regelung für Standorte im Abstand von bis zu 200 Metern entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen geschaffen³³ und mit § 35 Abs. 1 Nr. 9 zudem eine Privilegierung kleinerer hofnaher Agri-PV-Anlagen eingeführt³⁴. Zwar sind auch für diese Standorte noch planerische Einwirkungen durch Bauleitplanung und Raumordnung möglich, Voraussetzung für eine Zulassung von PV-FFA allgemein bzw. Agri-PV-Anlagen auf den erfassten Flächen sind positive Gebiets-, Flächen- und Standortausweisungen aber nicht mehr. Für die Frage des naturverträglichen Zubaus auf solchen Flächen rücken insoweit die Maßgaben des Außenbereichsregimes nach § 35 BauGB, weitere ordnungsrechtliche Vorgaben sowie mögliche Vereinbarungen zwischen Kommunen und Vorhabenträgern über die naturschutzverträgliche Gestaltung von Anlagen nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 in den Mittelpunkt.

Die resultierende und sich weiterhin dynamisch verändernde Fragmentierung der Steuerung von PV-Freiflächenanlagen schlägt sich mithin darin nieder, dass unterschiedliche Steuerungsinstrumente auf unterschiedlichen Handlungsebenen eine verschieden große Bedeutung haben, je nachdem, ob es sich um eine PV-Freiflächenanlage handelt, die

- nach dem EEG gefördert wird oder nicht bzw.
- die als planungsrechtlich privilegiertes Außenbereichsvorhaben nach § 35 Abs. 1, 3 BauGB realisiert werden kann oder einer bauleitplanerischen Grundlage bedarf.

Im Hinblick auf diese grundlegenden Unterscheidungen wird im Folgenden der Status Quo des Rechtsrahmens für die naturverträgliche räumliche Steuerung von PV-FFA im Förder- (7.1.1), Planungs- (7.1.2) und Ordnungsrecht (7.1.3) sowie durch Vereinbarungen zwischen Betreibern und Kommunen nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 (7.1.4) analysiert. Im Anschluss wird dieser bewertet (7.2) und eine mögliche Weiterentwicklung des Rechtsrahmens skizziert (7.3).

7.1.1 Förderrechtliche Steuerung

7.1.1.1 Förderfähige Flächen nach dem EEG 2023

Das EEG 2023 definiert Freiflächenanlagen in § 3 Nr. 22 EEG 2023 als „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“. Will der Betreiber einer Freiflächenanlage eine finanzielle Förderung nach dem EEG in Anspruch nehmen, so erhält er diese nur, wenn er die Anlage auf einer der im EEG abschließend aufgezählten Flächenkategorien errichtet.

Das EEG 2023 unterscheidet dabei zwischen Anlagen mit einer installierten Leistung von mehr als einem Megawatt³⁵, die nur mit einem Betrag gefördert werden, der in einem Ausschreibungsverfahren ermittelt wird, und Anlagen mit einer installierten Leistung bis einschließlich einem Megawatt, die eine gesetzlich festgelegte Vergütung erhalten (§ 22 Abs. 3 EEG).

³³ Eingeführt durch Art. 1 Nr. 3 des Gesetzes zur sofortigen Verbesserung der Rahmenbedingungen für die erneuerbaren Energien im Städtebaurecht vom 4. Januar 2023, BGBl 2023 I Nr. 6 vom 11. Januar 2023.

³⁴ Eingeführt durch Art. 1 Nr. 10 des Gesetzes zur Stärkung der Digitalisierung im Bauleitplanverfahren und zur Änderung weiterer Vorschriften vom 3. Juli 2023, BGBl 2023 I Nr. 176 vom 6. Juli 2023.

³⁵ Für von Bürgerenergiegesellschaften, § 3 Nr. 15 EEG 2023, betriebene Anlagen, gilt hier die Grenze von 6 MW installierter Leistung, § 22 Abs. 3 S. 2 Nr. 2 EEG 2023.

Daneben ist mit dem EEG 2023 eine weitere Differenzierung bei den Flächenkategorien in Kraft getreten: Die so genannten besonderen Solaranlagen mit wieder eigenen Flächenkategorien (§ 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023). Dabei handelt es sich um Anlagen, die unter Geltung des EEG 2021 noch nach der Innovationsausschreibungsverordnung gefördert wurden³⁶.

Die Regelungssystematik in den Anlagensegmenten „inner-“ bzw. „außerhalb der Ausschreibungen“ sowie in beiden Anlagenkategorien „besondere“ vs. „nicht-besondere“ Solaranlagen ist dabei im Grundsatz die gleiche:

Es werden jeweils „positive Flächeneigenschaften“ definiert – also Eigenschaften, die eine Fläche positiv aufweisen muss, damit sie als förderfähige Flächenkulisse gilt – sowie bauplanungsrechtliche Anforderungen, die ebenfalls „positiv“ vorliegen müssen. Seit Inkrafttreten des EEG 2023 gibt es zudem „negative Flächeneigenschaften“ – weist eine Fläche diese Eigenschaft(en) auf, so zählt sie – auch, wenn die positiven Flächeneigenschaften erfüllt sind – nicht als förderfähige Fläche.

Die folgende Darstellung ist aus Gründen der Übersichtlichkeit stark vereinfacht, eine ausdifferenzierte Darstellung nach Segment und Kategorie findet sich in den Anhängen A.1, A.2 und A.3.

„Positive“ und „negative“ Flächeneigenschaften“ für „nicht-besondere“ Solaranlagen innerhalb und außerhalb der Ausschreibungen (§ 37 Abs. 1 Nr. 2, § 48 Abs. 1 Nr. 2-6 EEG 2023)

Positive Flächeneigenschaften – also Eigenschaft, die die Fläche positiv erfüllen muss, damit eine dort errichtete PV-FFA förderfähig ist, sind die folgenden:

- Versiegelte Fläche³⁷,
- Konversionsfläche³⁸ aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung,
- Streifen von 500 Meter Breite entlang von Autobahnen und Schienenwegen³⁹,
- vor dem 1. September 2003 aufgestellter Bebauungsplan, der später nicht mit dem Zweck geändert wurde, eine Solaranlage zu errichten (hier liegt keine gesonderte positive Flächeneigenschaft neben dem bauplanungsrechtlichen Erfordernis vor),
- Ausweisung der Fläche als Gewerbe- oder Industriegebiet in einem vor dem 1. Januar 2010 beschlossenen Bebauungsplan (keine gesonderte positive Flächeneigenschaft neben dem bauplanungsrechtlichen Erfordernis),
- für die Fläche wurde ein Planfeststellungsverfahren, ein sonstiges Verfahren mit den Rechtswirkungen der Planfeststellung für Vorhaben von überörtlicher Bedeutung oder ein Verfahren auf Grund des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für die Errichtung und den Betrieb öffentlich zugänglicher Abfallbeseitigungsanlagen, an

³⁶ „Agri-PV“- , Parkplatz-PV- und „Moor-PV“-Solaranlagen, vgl. BT-Drs. 20/1630, S. 139; die so genannte schwimmende PV wird seit dem 01.01.2023 ebenfalls im EEG gefördert, allerdings im Rahmen der „normalen“ (also „nicht-besonderen“) Solaranlagen in § 37 Abs. 1 Nr. 2, dort lit. j).

³⁷ Versiegelung: Vollständige oder teilweise Abdeckung oder Verdichtung des Bodens, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, in: Beck'scher OnlineKommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 Rn. 20.

³⁸ Flächen, die für mehrere Jahre für die genannten Zwecke genutzt wurden und bei denen die Auswirkungen der jeweiligen Nutzungsarten noch fortwirken (BT-Drs. 16/8148, S. 60).

³⁹ Nachfolgend wurde in § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b BauGB eine Außenbereichs-Privilegierung von Solar-Freiflächenanlagen eingeführt, allerdings begrenzt auf die Entfernung von 200 Meter zum Fahrbahnrand von Autobahnen oder „Schienenwegen des übergeordneten Netzes im Sinne des § 2b des Allgemeinen Eisenbahngesetzes mit mindestens zwei Hauptgleisen“. Siehe im Einzelnen im Anhang A.1.

dem die Gemeinde beteiligt wurde, durchgeführt (keine gesonderte positive Flächeneigenschaft neben dem bauplanungsrechtlichen Erfordernis),

- Fläche stand oder steht im Eigentum des Bundes oder der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben und wurde nach dem 31. Dezember 2013 von der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben verwaltet und für die Entwicklung von Solaranlagen auf ihrer Internetseite veröffentlicht,
- Nutzung der Fläche als Ackerland⁴⁰ und Fläche liegt in einem „benachteiligten Gebiet“^{41,42}
- Nutzung der Fläche als Grünland⁴³ und Fläche liegt im „benachteiligten Gebiet“,⁴⁴
- von Menschen geschaffenes oberirdische Gewässer oder Küstengewässer,
- durch Menschen in ihrem Wesen physikalisch erheblich veränderte oberirdische Gewässer oder Küstengewässer.

„Negative Flächeneigenschaften“ sind:

- entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden⁴⁵, (§ 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023, § 48 Abs. 1 Nr. 2-4 EEG 2023),⁴⁶
- Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i.S.v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG (§ 38a Abs. 1 Nr. 5 lit. b) EEG 2023, § 48 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023)
- sowie mit Blick auf die Kategorien „von Menschen geschaffene / erhebliche verändertes Gewässer“ (§ 3, § 36 Abs. 3 WHG):
 - Anlage bedeckt, ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes, mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche,

⁴⁰ Nutzung zur Gewinnung von Feldfrüchten, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, Beck'scher Online Kommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 Rn. 49.

⁴¹ § 3 Nr. 7 EEG 2023: „benachteiligtes Gebiet“ [ist] ein Gebiet im Sinne a) der Richtlinie 86/465/EWG des Rates vom 14. Juli 1986 betreffend das Gemeinschaftsverzeichnis der benachteiligten landwirtschaftlichen Gebiete im Sinne der Richtlinie 75/268/EWG (Deutschland) (ABl. L 273 vom 24.9.1986, S. 1), die zuletzt durch die Entscheidung 97/172/EG (ABl. L 72 vom 13.3.1997, S. 1) geändert worden ist, oder b) des Artikels 32 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17. Dezember 2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (ABl. L 347 vom 20.12.2013, S. 487) in der Fassung, die zuletzt durch die Delegierte Verordnung (EU) 2021/1017 vom 15. April 2021 (ABl. L 224 vom 24.6.2021, S. 1) geändert worden ist.

⁴² Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichem Acker- oder Grünland sind nur dann in benachteiligten Gebieten förderfähig, wenn die entsprechende Landesregierung per Rechtsverordnung Gebote für diesen Freiflächenanlagentyp ermöglicht, § 37c Abs. 1 EEG 2023. Zum Stand der Berichterstellung haben bis 2022 inzwischen 9 Länder eine solche erlassen. Mit Ausnahme des Bundeslandes Bayern, in dem bis 200 Anlagen pro Jahr zulässig sind (verrechnet mit der im EEG geltenden maximalen Anlagengröße von 20 MW insgesamt maximal 4.000 MW/a), sind in allen anderen Bundesländern die Volumina bei maximal 500 MW/a gedeckelt.

⁴³ "Grünland" im EEG nicht definiert.

⁴⁴ Freiflächenanlagen auf landwirtschaftlichem Acker- oder Grünland sind nur dann in benachteiligten Gebieten förderfähig, wenn die entsprechende Landesregierung per Rechtsverordnung Gebote für diesen Freiflächenanlagentyp ermöglicht, § 37c Abs. 1 EEG 2023.

⁴⁵ § 3 Nr. 34 lit. a) EEG 2023: „Jeder Boden, der die Voraussetzungen des § 11 Absatz 2 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung erfüllt und der Erstellung der Gebietskulisse nach § 11 Absatz 3 der GAP-Konditionalitäten-Verordnung zugrunde gelegt werden kann“.

⁴⁶ Im EEG 2023 sind einzig Solaranlagen, die eine Wiedervernässung des Standortes tolerieren, auf Moorböden vergütungsfähig (§ 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. e) EEG 2023). Damit wird der Nationalen Moorschutzstrategie entsprochen, deren Zielsetzung darin besteht, den Treibhauseffekt aufgrund der Zersetzung der organischen Substanz durch möglichst umfangreiche Wiedervernässung deutlich zu verringern, BMUV, Nationale Moorschutzstrategie, 19.10.2022, https://www.bmuv.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Naturschutz/nationale_moorschutzstrategie_bf.pdf (zuletzt aufgerufen am 30.11.2023).

- ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes: Abstand zum Ufer beträgt weniger als 40 Meter.

Wegen unterschiedlicher Regelungstechniken sind die negativen Flächeneigenschaften in den Anlagensegmenten innerhalb bzw. außerhalb der Ausschreibungen nicht einheitlich, vgl. dazu Anhang A.1 und A.3.

Daneben dienen auch die Größenbegrenzung der einzelnen Anlage mit zunächst zehn Megawatt, inzwischen 20 Megawatt nach § 38a Abs. 1 Nr. 5 lit. a) EEG 2023 als auch die Bestimmungen, die einer räumlichen Häufung entgegenwirken, im weiteren Sinne auch den Belangen von Naturschutz und Landschaftspflege. Einschränkend ist darauf hinzuweisen, dass für die Ausschreibungen des Jahres 2023 die Anlagenleistung ausnahmsweise und vorübergehend auf 100 Megawatt angeboten wurde (§ 100 Abs. 13 EEG 2023).

Flächeneigenschaften für „besondere Solaranlagen“

Mit Blick auf die „besonderen Solaranlagen“ gibt es die folgenden „positiven Flächeneigenschaften“ (§ 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023, § 48 Abs. 1 Nr. 5 lit. a)-e) EEG 2023):

- Ackerfläche⁴⁷ mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau,
- landwirtschaftliche Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkulturen⁴⁸ oder mehrjährigen Kulturen⁴⁹,
- Grünland⁵⁰, das als Dauergrünland genutzt wird,
- Parkplatzfläche,
- entwässerte und landwirtschaftlich genutzte Moorböden, die im Zuge der Errichtung der PV-Anlage dauerhaft wiedervernässt werden.

Die negativen Flächeneigenschaften lauten (§ 37 Abs. 1 Nr. 2, Abs. 2 Nr. 3, Nr. 4 EEG 2023; § 48 Abs. 1 Nr. 5 lit. a)-e) EEG 2023):

- Moorböden,
- Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i.S.v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG.
- Für die positiven Flächenkategorien „Ackerfläche mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau“ sowie „landwirtschaftliche Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen“:
 - Keine naturschutzrelevante Ackerfläche⁵¹,
- Für die Kategorie „Grünland, das als Dauergrünland genutzt wird“:

⁴⁷ Keine Ackerfläche: Flächen mit Dauergrünland, Dauerweideland, Dauerkulturen, siehe *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 2.

⁴⁸ Nicht in die Fruchtfolge einbezogene Kulturen, die für die Dauer von mindestens fünf Jahren auf den Flächen verbleiben und wiederkehrende Erträge liefern, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 3.

⁴⁹ Kulturen, die mindestens für die Dauer von zwei aufeinander folgenden Jahren auf der Fläche verbleiben, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-021/1, S. 3.

⁵⁰ „Grünland“ im EEG nicht definiert, siehe aber § 85c Abs. 1, Abs. 3 EEG 2023: Ermächtigungsgrundlage für *BNetzA*, (genauere) Anforderungen an besondere Solaranlagen zu stellen.

⁵¹ § 3 Nr. 34b EEG 2023: „Naturschutzrelevante Ackerflächen“ [sind] Flächen, die landwirtschaftlich genutzt werden und mindestens einen hohen Biotopwert im Sinn des § 5 Absatz 2 Nummer 4 der Bundeskompensationsverordnung aufweisen. § 37 Abs. 2 Nr. 3 EEG 2023: Dem Gebot bei Ausschreibungen ist eine Eigenerklärung des Bieters über die durchgeführte Prüfung dahingehend, dass es sich bei dem Gebiet nicht eines mit dieser Eigenschaft handelt, beizufügen.

- Natura 2000-Gebiet⁵²,
- Lebensraumtyp nach Anhang I der FFH-Richtlinie⁵³.

7.1.1.2 (Abnehmende) Steuerungsleistung des EEG im Sinne eines naturverträglichen Ausbaus

Das EEG hat in der Vergangenheit bei Freiflächenanlagen eine bemerkenswerte Steuerungswirkung im Sinne des Vermeidens von Konflikten mit Natur und Landschaft erreicht.

Die abschließende Aufzählung förderfähiger Flächenkategorien (§§ 37,48 Abs. 1 Nr. 2, 3 EEG 2023), aber auch das obligatorische Bebauungsplanverfahren (§§ 37 Abs. 1 Nr. 2, 48 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023) haben eine erhebliche räumliche Lenkungswirkung erzeugt. Über die Beschränkung der förderfähigen Flächenkulisse wurde letztlich eine Vorauswahl derjenigen Flächen erreicht, auf denen überhaupt PV-Freiflächenanlagen wirtschaftlich realisiert werden konnten. Aus der so getroffenen Vorauswahl, die im Wesentlichen eine Begrenzung auf vorbelastete Flächen vorsah, konnten Kommunen dann Standorte auswählen, für die sie mittels Bebauungsplänen die planungsrechtliche Zulässigkeit herbeiführten.

Im Einzelnen:

- Die Gebietskategorie einer „versiegelten Fläche“ weist hinsichtlich aller relevanten Funktionen und Werte des Naturschutzes keine Bedeutung auf und ist deshalb als Standort für eine PV-Freiflächenanlage prädestiniert. Praktisch handelt es sich bei diesem Standorttyp aber auch im Sinne des EEG um eine „sonstige bauliche Anlage“ wie einen Parkplatz, eine Landebahn oder eine sonstige versiegelte Abstell- und Lagerfläche.
- Die Gebietskategorie einer „Konversionsfläche“ deutet zunächst darauf hin, dass bereits vorgenutzte und umweltseitig vorbelastete Flächen bisher ungenutzten und nicht oder weniger vorbelasteten Flächen vorgezogen und für die Solarstromerzeugung genutzt werden. Gleichwohl können bei der Nutzung von solchen Flächen, die häufig über mehr oder weniger lange Zeiträume nicht oder nur in geringem Umfang genutzt wurden, Konflikte mit dem Naturschutz zu bewältigen sein. Beispiele von ehemaligen militärischen Übungsarealen oder von mehr oder weniger renaturierten Abbauflächen mit hochwertiger Lebensraumbedeutung haben gezeigt, dass im Einzelfall des Planungs- und Genehmigungsverfahrens und unabhängig von der vergütungsrechtlichen Einordnung eine individuelle verantwortungsvolle Entscheidung über die tatsächliche Eignung für eine energetische Nachnutzung zu treffen ist.
- Intensiv genutzte landwirtschaftliche Flächen – bis zum EEG 2011 ausschließlich Ackerflächen, inzwischen aber nach Eingrenzung auf benachteiligte Gebiete auch landwirtschaftliches Grünland – sind auch bei ordnungsgemäßer landwirtschaftlicher Nutzung von eher nachrangigem naturschutzfachlichem Wert. Ursache ist vor allem eine hohe Intensität der landwirtschaftlichen Nutzung, die mit stofflichem Nährstoff- und Pflanzenschutz einhergeht und zu einem zum Teil hohen Maß an Strukturarmut und Ausräumung der Landschaft geführt hat. Die aktuell geltende Begrenzung auf benachteiligte Gebiete ist allerdings nicht naturschutz-

⁵² § 7 Abs. 1 Nr. 8 BNatSchG: Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung und Europäische Vogelschutzgebiete.

⁵³ Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen. Die Lebensraumtypen des Anhang I kommen außerhalb und innerhalb der festgesetzten Natura-2000-Gebiete vor. Die Eigenerklärung des Bieters, dass er geprüft hat, dass es sich nicht um einen solchen Lebensraumtyp handelt, ist vor allem für solche relevant, die als Grünlandbiotope außerhalb der Schutzgebiete vorkommen.

fachlich begründet, sondern geht davon aus, dass die Landwirtschaft in diesen Gebieten aus verschiedenen Gründen strukturell benachteiligt und daher bevorzugt zugänglich für agrarstrukturelle Fördermaßnahmen ist. Die Verordnungen, die einzelne Bundesländer gem. § 37c EEG 2023 erlassen haben, um diese Standortkategorie für PV-Freiflächenanlagen zu öffnen, enthalten in Teilen Hinweise darauf, dass bestimmte darin enthaltene naturschutzfachlich bedeutende Gebietskategorien als Anlagenstandort ausgenommen sind.

- Flächen in Parallellage zu viel befahrenen Autobahnen und Schienenwegen bis 110 m wurden mit dem EEG 2011 eingeführt, später auf 200 m und aktuell mit dem EEG 2023 auf 500 m erweitert. Aus Gründen der Verfahrensbeschleunigung wurde zeitgleich der § 35 BauGB ergänzt um die Außenbereichsprivilegierung von Anlagen innerhalb eines Streifens von 200 Metern entlang von Autobahnen und 2-gleisigen Schienenwegen des übergeordneten Netzes. Tatsächlich finden sich in diesen Korridoren vielfach landwirtschaftlich genutzte Flächen, die aber umweltseitig Nachteile aufweisen, da sie zumindest in den Nahbereichen des Verkehrswegs zum Wirkraum für verkehrsbedingte stoffliche und akustische Immissionen gehören. Gleichwohl können einzelne Anlagen in diesen Bereichen naturschutzfachliche Konflikte auslösen, da sie insbesondere aufgrund ihrer Umzäunung als zusätzliche Barrieren anzusehen sind und bei ungünstiger Standortwahl Vorkehrungen an den Verkehrswegen zur Gewährleistung ihrer ökologischen Durchgängigkeit stören und entwerten können. Diese Flächen können gleichwohl auch Teile von Schutzgebieten sein sowie als geschützter Biotop oder Kompensationsfläche ihre Bedeutung haben.

Die Steuerungsleistung des EEG hin zu einem naturverträglichen Ausbau nimmt allerdings insoweit ab, wie die förderfähigen Flächen im EEG mehr und mehr auf an sich schutzwürdige Kategorien ausgeweitet werden⁵⁴. So wurde – mit dem Ziel der Beschleunigung der Energiewende – etwa das (Dauer-)Grünland zunehmend zum förderfähigem Standorttyp: Zunächst wurde das Grünland in den „benachteiligten Gebieten“ zu einem förderfähigen Standort, § 37 Abs. 1 Nr. 2 lit. i) EEG 2023, mit Inkrafttreten des EEG 2023 auch das Dauergrünland für „besondere Solaranlagen“, § 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. c) EEG 2023. Erst durch diese Ausweitung der Flächenkulisse auf (Dauer-)Grünland ist die Notwendigkeit entstanden, mittels „negativer Flächeneigenschaften“ höherwertige Grünlandbiotope aus der Kulisse auszugrenzen, vgl. § 37 Abs.1 Nr. 3 lit. c) EEG 2023.

Daneben nimmt die Steuerungsleistung des EEG auch insoweit ab, wie der Zubau außerhalb des EEG stattfindet. PV-Freiflächenanlagen, die ohne Förderung über das EEG auskommen, sind nicht länger an dessen Flächenkulisse gebunden, was auch die planungsrechtlichen Freiräume der Gemeinden vergrößert. Im Rahmen der Gesetze können diese nunmehr überall dort Standorte für PV-Freiflächenanlagen ausweisen, wo Anlagen technisch und rechtlich umsetzbar sind. In den Grenzen ordnungs- und planungsrechtlicher Vorgaben können dies auch nicht vorbelastete, ökologisch wertvollere Standorte sein.

7.1.1.3 Zudem: Strukturelle Herausforderungen einer räumlichen Steuerung über das Förderrecht

Mit der zunehmenden Ausweitung der förderfähigen Flächenkulisse sowie der Realisierbarkeit von Anlagen ohne Förderung nimmt die (räumliche) Steuerungskraft des Förderrechts

⁵⁴ Diese Entwicklung setzt sich aktuell mit dem geplanten Solarpaket I fort, vgl. Bundesregierung (2023): Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung.

ab (siehe oben 7.1). Daneben weist das Förderrecht – jedenfalls mit Blick auf eine naturverträgliche Steuerung des Anlagenzubaus – auch strukturelle Schwächen auf:

Zunächst hat das „Hinüberziehen“ umweltrechtlicher Vorgaben – siehe mit Blick auf PV-Freiflächenanlagen etwa § 36 Abs. 3 WHG – ins EEG schon in der Vergangenheit vermehrt zu Rechtsstreitigkeiten geführt⁵⁵.

Darüber hinaus hat das EEG keinen eigenen Behördenunterbau, der die Einhaltung derjenigen Vorgaben, die eine naturverträgliche Standortsteuerung bezwecken, adäquat kontrollieren könnte⁵⁶. Die Vorgaben werden nach geltendem Recht teilweise durch die Bundesnetzagentur, teilweise durch die Netzbetreiber kontrolliert. Teilweise fehlen Vorgaben zur Kontrolle gänzlich:

So wird das Vorliegen der Flächeneigenschaften des § 37 Abs. 1 Nr. 2, Nr. 3 EEG 2023 im Rahmen der Ausstellung von Zahlungsberechtigungen durch die Bundesnetzagentur geprüft, § 38a Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023. Diese Prüfung umfasste bis zum Inkrafttreten des EEG 2023 „nur“ die „positiven“ Flächeneigenschaften des § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023. Erst mit Einführung der „besonderen Solaranlagen“, § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023, kamen „negative“ – und in ihrem Nachweis bzw. ihrer Überprüfung wohl deutlich komplexere – Flächeneigenschaften wie die „naturschutzrelevante Ackerfläche“ oder der „Lebensraumtyp nach Anhang I der FFH-Richtlinie“ hinzu. Die „negative“ Flächeneigenschaft, dass Anlagen nicht in Naturschutzgebieten oder Nationalparks errichtet werden dürfen, prüfen hingegen gem. § 38a Abs. 3 EEG 2023 die (Anschluss-)Netzbetreiber, nicht die Bundesnetzagentur.

Die Bundesnetzagentur prüft das Vorliegen der ihr zugewiesenen Flächeneigenschaften lediglich „summarisch“⁵⁷, eine vertiefte Prüfung wird es daher nur bei begründeten Zweifeln geben⁵⁸. Mit Blick auf Anlagen außerhalb der Ausschreibung, § 48 Abs. 1 Nr. 2-6 EEG 2023, fehlen Vorgaben zur Überprüfung des Vorliegens bzw. Nicht-Vorliegens der positiven bzw. negativen Flächeneigenschaften.

Eine strenge flächendeckende Kontrolle wird so nicht erreicht.

7.1.2 Planungsrecht

Seit der Einführung der teilweisen Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen in § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen zum 01.01.2023 sowie hofnahen Agri-PV-Anlagen in § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB zum 07.07.2023 ist der planungsrechtliche Rahmen für die räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen zweigeteilt. Während die von den Privilegierungen erfassten Freiflächenanlagen auf keine positive planerische Steuerung angewiesen sind, bleibt für die sonstigen, nicht von den Privilegierungen erfassten Anlagen die Aufstellung eines entsprechenden Bebauungsplans weiterhin regelmäßig eine notwendige Zulassungsvoraussetzung. Dies hat auch Auswirkungen auf die räumliche Steuerung des Anlagenausbaus im Sinne der Naturverträglichkeit: Die nicht den Privilegierungen unterfallenden Anlagen können durch die verschiedenen Planungsebenen, schlussendlich durch die Bebauungsplanung, im Sinne des Naturschutzes abschließend positiv gesteuert werden, da sie außerhalb der für sie planerisch vorgesehenen Flächen grundsätzlich unzulässig sind (vgl. § 35 Abs. 2, 3 BauGB). In Bezug auf

⁵⁵ Sailer/Kantenwein, in: Reshöft/Schäfermeier, EEG, 4. Aufl. 2014, Einl. Rn. 37.

⁵⁶ Sailer/Kantenwein, in: Reshöft/Schäfermeier, EEG, 4. Aufl. 2014, Einl. Rn. 37; Garbers, in: Säcker/Steffens, Berliner Kommentar zum Energierecht, Bd. 8, § 38 EEG Rn. 30 f.

⁵⁷ BT-Drs. 18/8860, S. 220.

⁵⁸ Garbers, in: Säcker/Steffens, Berliner Kommentar zum Energierecht, Bd. 8, § 38 EEG Rn. 5.

die privilegierten Anlagen können die Instrumente des Planungsrechts dagegen aus Naturschutzsicht nur herangezogen werden, um umgekehrt die den Privilegierungen unterfallenden Flächen negativ zu überplanen und privilegierte PV-Freiflächenanlagen damit auf diesen Flächen zu verhindern oder einzuschränken.

Im Folgenden werden zunächst die vorhandenen planerischen Steuerungsmöglichkeiten auf Raumordnungs- und Bauleitplanungsebene sowie die planerisierenden Regelungen des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b), Nr. 9 BauGB im Einzelnen dargestellt. Anschließend wird erörtert, wie im Hinblick auf die naturverträgliche räumliche Steuerung des Anlagenausbaus die einzelnen Planungsebenen miteinander und das Planungsrecht insgesamt mit dem Förderrecht zusammenspielt.

7.1.2.1 Planerische Steuerung

Raumordnung

Auf der Ebene der Raumordnung stehen für die Planungsträger verschiedene Instrumente zur Auswahl, mit denen der Anlagenausbau sowohl positiv auf naturschutzfachlich geeignete Flächen gelenkt als auch negativ von naturschutzfachlich ungeeigneten Flächen ferngehalten werden kann. Die unmittelbare Steuerungswirkung dieser Instrumente erstreckt sich allerdings nur auf PV-Freiflächenanlagen, die raumbedeutsam im Sinne von § 3 Abs. 1 Nr. 6 des Raumordnungsgesetzes (ROG) sind. Das Kriterium der Raumbedeutsamkeit, das den Anwendungsbereich der Raumordnung (Raumordnungsgesetz des Bundes sowie Landesplanungsgesetze) von dem des Bodenrechts (im Wesentlichen Baugesetzbuch) abgrenzt⁵⁹, ist zwar einzelfallbezogen im Hinblick auf den jeweiligen Planungsraum zu bestimmen⁶⁰. Abstrakt festhalten lässt sich aber, dass Freiflächenanlagen ab einer Größe von zehn Hektar regelmäßig als raumbedeutsam eingestuft werden, während unterhalb von einem Hektar ihre Raumbedeutsamkeit pauschalisierend verneint wird. Bei durchschnittlichen Anlagengrößen von einem bis zehn Hektar kann sich die Raumbedeutsamkeit aus besonderen Umständen, wie der weiten Sichtbarkeit an einer Hanglage oder auch der fehlenden landschaftsbezogenen Maßstäblichkeit, ergeben⁶¹. In mehreren Ländern misst sich die Raumordnung aber auch bei solchen geringen Größen bereits einen generellen Steuerungszugriff zu.

Die Bindungswirkungen der einzelnen Instrumente der Raumordnung unterscheiden sich danach, ob es sich jeweils um Grundsätze oder Ziele der Raumordnung handelt. Erstere sind auf nachfolgenden Planungsebenen, also insbesondere im Rahmen der gemeindlichen Bauleitplanung gemäß § 4 Abs. 1 S. 1 ROG lediglich „zu berücksichtigen“, d. h. sie können im Wege der Abwägung überwunden werden, während letztere „zu beachten“ sind und die nachfolgenden Planungsebenen strikt binden (vgl. auch § 1 Abs. 4 BauGB).

Im Sinne einer Positivsteuerung können mit Grundsätzen der Raumordnung Naturschutzbelange formuliert werden, die die nachfolgenden Planungsebenen im Rahmen ihrer Abwägungsentscheidungen anleiten. Festgelegt werden können etwa Kriterien für die Standortwahl der Anlagen, die sich z. B. an der Flächenkulisse des EEG orientieren⁶². Ebenso als Positivsteuerung mittels Grundsätzen der Raumordnung einzustufen ist zwar die Planung von Vorbehaltsgebieten nach § 7 Abs. 3 S. 2 Nr. 2 ROG für PV-Freiflächenanlagen, die der

⁵⁹ Günnewig et al., Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 96.

⁶⁰ Kümpfer, in: Kment, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 3 Rn. 121.

⁶¹ Ausführlich und mit weiteren Nachweisen siehe Günnewig et al., Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 98 f.

⁶² Günnewig et al., Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 104.

PV-Nutzung bei nachfolgenden Abwägungen mit konkurrierenden Belangen ein besonderes Gewicht beimessen. Dies ist jedoch eher auf die Flächensicherung für den Anlagenausbau und weniger auf die Verwirklichung von Naturschutzbelangen ausgerichtet. Gleiches gilt für die zielförmige Positivsteuerung von Freiflächenanlagen mittels Vorranggebieten (§ 7 Abs. 3 S. 2 Nr. 1 ROG)⁶³ und Regel-Ausnahme-Konstellationen nach § 6 Abs. 1 ROG⁶⁴, in denen bereits im Rahmen der Gebietsfestlegung bestimmte Ausnahmen formuliert werden, in denen sich eine eigentlich vorrangige Nutzung als Ausnahme von der Regel gerade nicht gegen die PV-Freiflächennutzung durchsetzen soll.

Eine negative Steuerung mit den Instrumenten der Raumordnung kann entweder explizit PV-Freiflächenanlagen in bestimmten Gebieten aus Naturschutzgründen ausschließen oder indirekt dergestalt erfolgen, dass anderweitige Festlegungen getroffen werden, die den Zubau von Freiflächenanlagen erschweren oder sogar verhindern. Die Ausweisung von PV-Baugebieten erschwerend, kann in Grundsätzen der Raumordnung etwa vorgesehen werden, dass vorrangig versiegelte Flächen, Dächer und Fassaden in Siedlungsgebieten für Photovoltaik genutzt werden sollen. Ebenso kann über Grundsätze der Raumordnung beispielsweise dem Freiraumschutz und der Sparsamkeit der Neuinanspruchnahme von Flächen ein besonderes Gewicht in den nachfolgenden planerischen Abwägungen gegeben werden. Auch können Vorbehaltsgebiete bspw. für Natur und Landschaft ausgewiesen werden, die gleichermaßen die dortige Planung von Freiflächenanlagen auf den folgenden Planungsstufen zwar nicht gänzlich verhindern, aber anspruchsvoller gestalten⁶⁵. Mit entsprechender Begründung ist es der Bauleitplanung jedoch möglich, sich über solche Vorgaben im Rahmen der Abwägung hinwegzusetzen.

Entsprechende Planungsinhalte können auch als Ziele der Raumordnung mit einer Verhinderungswirkung für PV-Freiflächenanlagen gefasst werden, so etwa als zielförmige Festlegungen für den Freiraumschutz (§ 13 Abs. 5 S. 1 Nr. 2a ROG)⁶⁶ oder in Form von Vorranggebieten für Natur- und Landschaft⁶⁷. Die mit der jüngsten Novellierung des ROG⁶⁸ neu geschaffene Gebietskategorie der Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung (§ 7 Abs. 3 S. 3-5 ROG) ist dagegen nach § 7 Abs. 3 S. 7 ROG explizit nicht auf die Nutzung der Photovoltaik anwendbar. Hiernach ist also eine Ausschlussplanung von PV-Freiflächenanlagen zumindest über diese neue bundesrechtliche Gebietskategorie nicht möglich. Manche Landesplanungsgesetze sehen darüber hinaus die Gebietskategorie der sog. Ausschlussgebiete vor, die ebenfalls Zielcharakter besitzen und bestimmte raumbedeutsame Nutzungen aus den erfassten Gebieten fernhalten. Während in Baden-Württemberg⁶⁹ der PV-Nutzung gleichzeitig mit ihrem Ausschluss an anderer Stelle im Planungsraum durch Vorranggebiete Raum verschafft werden muss, kann die Festlegung eines Ausschlussgebiets in Bayern⁷⁰ und Rheinland-Pfalz⁷¹ rein negativ erfolgen, ohne dass gleichzeitig andernorts zwingend entsprechende Vorranggebiete vorgesehen werden müssten. Auch der insofern rein negative Aus-

⁶³ Siehe hierzu *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 108.

⁶⁴ Allgemein hierzu siehe *Kment*, in: *Kment*, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 6 Rn. 21.

⁶⁵ Zum Ganzen siehe *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 112 f.

⁶⁶ *Grotefels*, in: *Kment*, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 13 Rn. 133.

⁶⁷ *Mitschang*, Fachliche und rechtliche Anforderungen an die Zulassung und planerische Steuerung von Photovoltaikfreiflächenanlagen, NuR 2009, S. 821 (828).

⁶⁸ Gesetz zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften (ROGÄndG), BGBl. 2023, Teil I Nr. 88 vom 28.03.2023.

⁶⁹ § 11 Abs. 7 S. 4 LPIG Baden-Württemberg.

⁷⁰ Art. 14 Abs. 2 S. 1 Nr. 3 Bayerisches LPIG.

⁷¹ § 6 Abs. 2 Nr. 3 LPIG Rheinland-Pfalz.

schluss der PV-Nutzung muss indessen aber von einem positiven Planungskonzept hinsichtlich der Realisierung anderer Belange getragen und abgewogen sein. Da auch mit diesen landesrechtlichen Regelungen bezogen auf die PV-Nutzung eine „Schwarz-Weiß-Planung“ bewirkt wird, ist fraglich, ob diese landesrechtlichen Gebietskategorien angesichts des neuen § 7 Abs. 3 S. 7 ROG weiterhin anwendbar sind. Wird die Regelung in § 7 Abs. 3 S. 7 ROG dergestalt interpretiert, dass eine Ausschlussplanung zulasten der PV-Nutzung in Form entsprechender Gebietskategorien nicht möglich sein soll, bestünde im Zusammenspiel der bundes- und landesrechtlichen Regelungen im Rahmen der Abweichungsgesetzgebung nach Art. 72 Abs. 3 S. 1 Nr. 4, S. 3 GG ein Anwendungsvorrang⁷² zugunsten des § 7 Abs. 3 S. 7 ROG als späteres Gesetz und damit ein Ausschluss des Rückgriffs auf die genannten landesrechtlichen Gebietskategorien zur Ausschlussplanung für die PV. Um die landesrechtlichen Gebietskategorien wieder anwendbar zu machen, müssten sie als Abweichung von § 7 Abs. 3 S. 7 ROG erneut durch Landesgesetz beschlossen werden.

Ob, in welchem Umfang und wie die Planungsträger der Raumordnung von den genannten Möglichkeiten zur positiven wie negativen naturverträglichen Steuerung von PV-Freiflächenanlagen Gebrauch machen, ist weitgehend ihrer planerischen Gestaltungsfreiheit überlassen. Das Abwägungsgebot des § 7 Abs. 2 ROG verpflichtet die Planungsträger lediglich, „die öffentlichen und privaten Belange, soweit sie auf der jeweiligen Planungsebene erkennbar und von Bedeutung sind, gegeneinander und untereinander abzuwägen“. Dies wird dergestalt interpretiert, dass überhaupt eine Abwägung vorgenommen, der Sachverhalt hinreichend ermittelt, jeder Belang entsprechend seiner objektiven Wichtigkeit in die Abwägung eingestellt und auf dieser Grundlage ein gerechtes Abwägungsergebnis erzielt werden muss⁷³. Zu berücksichtigen sind hierbei neben dem Ergebnis der nach § 8 ROG durchzuführenden Umweltprüfung (§ 7 Abs. 2 S. 2 ROG) und den in Landschaftsprogrammen und Landschaftsrahmenplänen dargestellten raumbedeutsamen Zielen, Erfordernissen und Maßnahmen (§ 10 Abs. 3 BNatSchG) im Hinblick auf PV-Freiflächenanlagen verschiedene gesetzlich festgeschriebene Grundsätze der Raumordnung, insbesondere solche für eine umweltverträgliche Energieversorgung und den Natur- und Klimaschutz (§ 2 Abs. 2 Nr. 4, 6 ROG), sowie das verfassungsrechtliche Staatsziel Umwelt- und Klimaschutz aus Art. 20a GG⁷⁴, das Berücksichtigungsgebot nach § 13 S. 1 Bundes-Klimaschutzgesetz (KSG) und die gesetzgeberische Wertungsentscheidung für den Ausbau der erneuerbaren Energien in § 2 EEG⁷⁵. Soweit aber die relevanten Belange einem Ausgleich zugeführt werden, der innerhalb des Rahmens liegt, der durch das objektive Gewicht der einzelnen Belange gesetzt wird, kann der Planungsträger einzelne Belange zugunsten anderer zurückzustellen und somit eine eigene Planungskonzeption hinsichtlich des Ausbaus der Freiflächenphotovoltaik entwickeln. Die vielen genannten verfassungsrechtlichen und gesetzlichen Anknüpfungspunkte führen

⁷² *Kment*, in: Jarass/Pieroth, GG, 17. Aufl. 2022, Art. 72 Rn. 32.

⁷³ Vgl. BVerwG, Urt. v. 10.02.2016 – 4 BN 37.15, juris Rn. 9, 11; *Hofmann*, in: *Kment*, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 7 Rn. 12.

⁷⁴ BVerfG, Beschl. v. 24.03.2021 - 1 BvR 2656/18, juris Rn. 198 ff.; *Schulze-Fielitz*, in: Dreier, GG, 3. Aufl. 2015, Art. 20a Rn. 80.

⁷⁵ Für eine detaillierte Ausführung siehe *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 100 ff.; zu § 2 EEG 2023 *Deutinger/Sailer*, Verfahrensrecht, Denkmalschutz und § 2 EEG 2023, ZNER 2023, S. 120 (124 ff).

damit im Ergebnis nicht dazu, dass die Gestaltungsfreiheit der Planungsträger stark eingeschränkt wird⁷⁶, da die einzelnen Planungen jeweils nur einen Beitrag unter vielen zur Erreichung der übergeordneten Ziele von Natur- und Klimaschutz leisten können. Umgekehrt wird die Zielerreichung insgesamt durch jede einzelne Planung nicht ernsthaft gefährdet, womit das objektive Gewicht der Belange von Natur- und Klimaschutz in den einzelnen Abwägungen nicht so hoch ausfällt, dass andere Planungsalternativen rechtlich nicht mehr gangbar wären⁷⁷. Zudem sind bis zu einem gewissen Grad auch Konflikte zwischen einzelnen Naturschutz- und Klimaschutzbelangen möglich, was zusätzlich verhindert, dass die genannten Normen die Planungsentscheidungen auf ein bestimmtes Ergebnis hinsteuern.

Bauleitplanung

Auch auf der Ebene der Bauleitplanung besteht für die Planungsträger, hier die Gemeinden, die Möglichkeit, den Ausbau der Freiflächenphotovoltaik durch positive und negative Festsetzungen im Sinne der Naturverträglichkeit zu steuern. Hierzu können Flächennutzungspläne, denen nach dem gesetzlichen Leitbild eine vorbereitende Funktion zukommt (vgl. § 1 Abs. 2 BauGB), und Bebauungspläne, die die städtebauliche Ordnung rechtsverbindlich und vollziehbar festsetzen, aufgestellt werden⁷⁸.

Für die Gemeinden besteht ebenfalls ein planerischer Gestaltungsspielraum dahingehend, ob und wie sie von diesen Möglichkeiten zur räumlichen Steuerung von PV-Freiflächenanlagen generell und unter Naturschutzgesichtspunkten Gebrauch machen. Eine Pflicht der Kommunen, in Bezug auf PV-Freiflächenanlagen planerisch tätig zu werden, wird unter bestimmten Voraussetzungen zwar diskutiert, entfaltet aber jedenfalls bisher in der Praxis keinen nennenswerten Effekt⁷⁹. Maßgeblich ist vielmehr, ob die Gemeinde nach ihrem eigenen planerischen Konzept die Aufstellung von PV-Bauleitplänen für „erforderlich“ hält gemäß § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB⁸⁰. Hinsichtlich der Aufstellung von Bebauungsplänen veröffentlichen Gemeinden vielfach sogenannte Kriterienkataloge, die transparent machen sollen, unter welchen Voraussetzungen die jeweilige Gemeinde bebauungsplanerisch tätig werden will⁸¹. Diese können nach dem Willen der Gemeinde gerade auch naturschutzfachliche Kriterien für den Anlagenausbau enthalten⁸².

Entscheidet sich die Gemeinde dazu, einen Bauleitplan in Bezug auf PV-Freiflächenanlagen aufzustellen, muss sie neben gesetzlichen Ge- und Verboten die Abwägungsgrundsätze des § 1 Abs. 7 BauGB beachten, d. h. überhaupt eine Abwägung vornehmen, alle erforderlichen Belange ihrem objektiven Gewicht entsprechend in die Abwägung einbeziehen und zu einem sachangemessenen Ausgleich der konkurrierenden Belange gelangen⁸³. Hiermit wird nur ein äußerer Rahmen vorgegeben, innerhalb dessen sich die Gemeinde frei dazu entscheiden

⁷⁶ So wird bisher auch dem § 2 EEG keine in dem Sinne durchschlagende Wirkung auf planerische Abwägungen zugemessen, dass dieser ganz bestimmte planerische Entscheidungen erforderlich machen würde, vgl. *Parzefall*, Die neue Abwägungsdirektive des § 2 EEG im Gefüge des Bauplanungsrecht, NVwZ 2022, S. 1592 (1594); *Schlacke/Wentzien/Römling*, Beschleunigung der Energiewende: Ein gesetzgeberischer Paradigmenwechsel durch das Osterpaket?, NVwZ 2022, S. 1577 (1579).

⁷⁷ Dagegen für eine etwas stärkere Steuerungswirkung des Klimaschutzbelangs *Wagner*, Klimaschutz durch Raumordnung, 2018, S. 597 ff.

⁷⁸ *Mitschang 2009*, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 8 Rn. 1.

⁷⁹ *Günnewig et al.*, Anpassung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen im EEG vor dem Hintergrund erhöhter Zubauziele, Notwendigkeit und mögliche Umsetzungsoptionen, UBA Texte 76/2022, S. 39 f.

⁸⁰ *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 1 Rn. 30.

⁸¹ Siehe hierzu ausführlich *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 121 f.

⁸² Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 411.

⁸³ *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 1 Rn. 185.

kann, bestimmte Belange zu bevorzugen und damit gleichzeitig andere kollidierende Belange zurückzustellen⁸⁴. Die Gerichte prüfen die planerische Entscheidung der Gemeinde insbesondere nur darauf, ob der vorgenommene Ausgleich zwischen den berührten Belangen nicht völlig außer Verhältnis zur objektiven Wichtigkeit einzelner Belange steht⁸⁵. Inwiefern das Ziel der Naturverträglichkeit im Rahmen ordnungsrechtlicher Vorgaben planerisch verfolgt wird, bleibt also im Ergebnis weitgehend der Gemeinde überlassen.

Daran ändert auch der Umstand nichts, dass der Prozess des Ermittels und Bewertens der Abwägungsbelange speziell für Umweltbelange in Gestalt der Umweltprüfung nach § 2 Abs. 4 i. V. m. § 2a, Anlage 1 BauGB formalisiert ist⁸⁶. Hierbei sollen die voraussichtlichen erheblichen Umweltauswirkungen ermittelt und in einem Umweltbericht beschrieben und bewertet werden. Nach Anlage 1 Ziff. 2d BauGB umfasst die Beschreibung und Bewertung der erheblichen Umweltauswirkungen zwar auch die Angabe anderweitig in Betracht kommender Planungsmöglichkeiten bzw. alternativer Standorte. Die sog. Nullvariante als die Alternative, das Planziel nicht zu verwirklichen bzw. gar keine Flächen für PV-Freiflächenanlagen auszuweisen, fällt aber nicht hierunter⁸⁷. Weiterhin ist die Alternativenprüfung in sachlicher und geographischer Hinsicht auf die „vernünftigen“, ernsthaft in Betracht kommenden Alternativen im jeweiligen Planungsraum, d. h. bei Flächennutzungsplänen das Gemeindegebiet und auf der Bebauungsplanebene den Geltungsbereich des jeweiligen Bebauungsplans, beschränkt (Günnewig et al. 2022c: 119). Das Ergebnis der Umweltprüfung ist sodann in der Abwägung lediglich „zu berücksichtigen“ (§ 2 Abs. 4 S. 4 BauGB)⁸⁸.

Verfahrensrechtlich in die Umweltprüfung integriert ist auch die planerische Abarbeitung der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung nach § 1a Abs. 3 BauGB⁸⁹. Eine Bindung der planenden Gemeinde im Sinne des Naturschutzes wird hierdurch aber gleichwohl kaum erzielt. Sofern eine ordnungsgemäße Alternativenprüfung im obigen Sinne im Rahmen der Umweltprüfung durchgeführt wurde, zielt die Abarbeitung der Eingriffsregelung nicht darauf ab, die Standortwahl zu hinterfragen, sondern lediglich die Eingriffsfolgen an dem gewählten Standort durch geeignete Darstellungen und Festsetzungen zu minimieren⁹⁰. Zu beachten ist dabei, dass die Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung umfassend unter die Abwägungsentscheidung nach § 1 Abs. 7 BauGB gestellt wird⁹¹, womit für die planende Gemeinde Wertungs- und Abwägungsspielräume eröffnet werden⁹². Sofern die Gemeinde hinreichend gewichtige Gründe gegen den Naturschutz anführt, kann sie im Rahmen ihres Planungsermessens abwägungsfehlerfrei entscheiden, dass nur eine teilweise oder ggf. sogar gar keine Kompensation des Eingriffs durch die PV-Freiflächenanlage erforderlich ist⁹³. Eingriffen in Natur und Landschaft ist in der planerischen Abwägung zwar ein hohes Gewicht bzw. eine

⁸⁴ Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 1 Rn. 185.

⁸⁵ BVerwG, Urt. v. 14.02.1975 – 4 C 21.74, juris Rn. 37.

⁸⁶ Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 1 Rn. 186.

⁸⁷ Günnewig et al., Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 119.

⁸⁸ Der Umweltbericht bildet einen gesonderten Teil der Begründung des Bauleitplans, § 2a S. 3 BauGB.

⁸⁹ Battis, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 1a Rn. 13.

⁹⁰ Günnewig et al., Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 119 f.

⁹¹ Battis, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 1a Rn. 16; VGH München, Beschl. v. 05.07.2022 – 9 N 20.1752, juris Rn. 25.

⁹² Scheidler, Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung, ZUR 2019, S. 145 (150).

⁹³ Vgl. Scheidler, Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung, ZUR 2019, S. 145 (148).

herausgehobene Bedeutung zuzumessen⁹⁴, dies bedeutet aber nicht, dass die schlussendlichen Planungsentscheidung stets auch zugunsten dieser Belange ausfallen muss. Eine etwaige Realkompensation kann dabei zudem räumlich (§§ 1a Abs. 3 S. 3, 200a S. 2 BauGB) wie zeitlich (bauplanungsrechtliches "Ökokonto" nach § 135a Abs. 2 S. 2 BauGB) entkoppelt vom Eingriff erfolgen⁹⁵.

Möchte die Gemeinde die räumliche Verortung von PV-Freiflächenanlagen in ihrem Gebiet im Sinne der Naturverträglichkeit steuern, entfalten die vielfältigen positiven und negativen Festsetzungsmöglichkeiten in Flächennutzungs- und Bebauungsplänen eine unterschiedliche Wirkung, je nachdem, ob die Planung privilegierte oder nicht privilegierte Anlagen adressiert (eingehend hierzu siehe sogleich Abschnitt 7.1.2.3).

Für die Positivsteuerung nicht privilegierter Anlagen auf naturschutzfachlich geeignete Flächen kommen in Flächennutzungsplänen die Darstellungsformen der Sonderbauflächen (§ 5 Abs. 2 Nr. 1 Alt. 1 BauGB i. V. m. § 1 Abs. 1 Nr. 4 BauNVO), Sondergebiete (§ 5 Abs. 2 Nr. 1 Alt. 2 BauGB i. V. m. § 1 Abs. 2 Nr. 11, § 11 Abs. 2 S. 2 Alt. 8 BauNVO), Versorgungsflächen (§ 5 Abs. 2 Nr. 4 BauGB), Flächen für die PV-Ausstattung der Gemeinde (vgl. § 5 Abs. 2 Nr. 2b BauGB) oder auch gemischte und gewerbliche Bauflächen (§ 1 Abs. 1 Nr. 2, 3 BauNVO) in Betracht⁹⁶. Über diese in § 5 Abs. 2 BauGB beispielhaft genannten Darstellungsformen hinaus kann die Gemeinde im Rahmen ihrer allgemeinen Planungsbefugnis nach § 1 BauGB und formal-rechtlich eingeschränkt durch die Planzeichenverordnung weitere Darstellungen treffen, die sie für zweckmäßig hält (sog. Festsetzungserfindungsrecht)⁹⁷. Aus dem Charakter als vorbereitende Planung ergibt sich allerdings, dass aus den Darstellungen für PV-Freiflächenanlagen im Flächennutzungsplan noch nicht die endgültige und vollzugsfähige planungsrechtliche Zulässigkeit der Anlagen folgt. Hierfür muss vielmehr auf der Grundlage des Flächennutzungsplans noch ein Bebauungsplan entwickelt werden (vgl. § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB).

Um eine negative Steuerung von privilegierten PV-Freiflächenanlagen mittels Flächennutzungsplänen zu erzielen, können die Gemeinden jegliche Bodennutzungen positiv darstellen, die mit der PV-Nutzung unvereinbar sind. Auch in dieser Hinsicht besitzt die Gemeinde das soeben umschriebene Festsetzungserfindungsrecht. Voraussetzung für eine Ausschlusswirkung der Festsetzungen im Flächennutzungsplan gegenüber privilegierten PV-Freiflächenanlagen über die Norm des § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 1 BauGB (Darstellungen des Flächennutzungsplans als entgegenstehender öffentlicher Belang) ist jedoch, dass die jeweilige Darstellung im Flächennutzungsplan eine sachlich und räumlich eindeutige, standortbezogene Aussage enthält und das Interesse an der PV-Nutzung trotz deren Privilegierung überwiegt⁹⁸.

Auf der Ebene der Bebauungsplanung kann mit entsprechenden Festsetzungen schlussendlich die planungsrechtliche Genehmigungsfähigkeit von PV-Freiflächenanlagen erreicht werden. Hinsichtlich der Positivplanung nicht privilegierter Freiflächenanlagen ist die Gemeinde grundsätzlich an die im Katalog des § 9 BauGB i. V. m. den Baugebieten der BauNVO abschließend aufgezählten Gebietskategorien gebunden (sogenannter Typenzwang)⁹⁹. In Betracht kommt insofern die Festsetzung eines „Sondergebiets PV“ (§ 11 Abs. 2 Alt. 8 BauNVO)

⁹⁴ BVerwG, Urt. v. 31.01.1997 – 4 NB 27.96, juris Rn. 27; VGH München, Beschl. v. 05.07.2022 – 9 N 20.1752, juris Rn. 25.

⁹⁵ *Scheidler*, Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung, ZUR 2019, S. 145 (147 f.).

⁹⁶ *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 123 ff.

⁹⁷ Vgl. *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 5 Rn. 20 f.

⁹⁸ *Mitschang/Reidt*, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 68, 74.

⁹⁹ *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 9 Rn. 12.

oder einer Versorgungsfläche für die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (§ 9 Abs. 1 Nr. 12 BauGB)¹⁰⁰; falls Flächen weniger spezifisch für Freiflächenanlagen geöffnet werden sollen, kann allgemeiner ein Gewerbe-, Industrie-, Dorf-, Misch- oder Kerngebiet (§§ 5-9 BauNVO) festgesetzt werden¹⁰¹. Wird der Bebauungsplan nicht als reguläre Angebotsplanung (§ 30 Abs. 1 BauGB), sondern als vorhabenbezogener Bebauungsplan (§§ 30 Abs. 2, 12 BauGB) aufgestellt, unterliegt die Gemeinde nicht dem genannten Typenzwang. Sie hat dann wiederum ein Festsetzungserfindungsrecht zur Regelung einer geordneten städtebaulichen Entwicklung (vgl. § 12 Abs. 3 S. 2 Hs. 1 BauGB)¹⁰².

Eine Negativsteuerung privilegierter PV-Freiflächenanlagen kann mittels Bebauungsplänen wiederum darüber erfolgen, dass Flächen mit anderweitigen, der PV-Nutzung entgegenstehenden Festsetzungen überplant werden. Flächen, die unter die Privilegierung des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB fallen, werden dadurch aus dem Anwendungsbereich der gesetzgeberischen Privilegierung herausgenommen (vgl. § 30 Abs. 1, 3 BauGB). Dies hat zur Folge, dass PV-Freiflächenanlagen dort aufgrund der entgegenstehenden Festsetzungen im Bebauungsplan unzulässig sind. Der Widerspruch zu den Festsetzungen muss dabei eindeutig erkennbar und relevant sein, um zur Unzulässigkeit der Anlagen zu führen¹⁰³. Sofern im jeweiligen Bebauungsplan keine Ausnahme für PV-FFA vorgesehen ist (vgl. § 31 Abs. 1 BauGB), kommt nur noch die Erteilung einer Befreiung von den entgegenstehenden Festsetzungen des Bebauungsplans in Betracht (§ 31 Abs. 2 BauGB), was jedoch – auch wenn mit dem überragenden öffentlichen Interesse für den Ausbau der erneuerbaren Energien nach § 2 EEG 2023 nun ein Gemeinwohlgrund nach § 31 Abs. 2 Nr. 1 BauGB bejaht werden kann – nur in seltenen Ausnahmefällen rechtlich möglich ist¹⁰⁴.

Über die Flächenbereitstellung bzw. die naturverträgliche räumliche Verortung (Standortauswahl) hinaus kann in Bebauungsplänen auch das Maß der baulichen Nutzung, d. h. die genaue Art und Weise der Bebauung der jeweiligen Grundstücke mit PV-Freiflächenanlagen, gesteuert werden. Eine solche Feinsteuerung kann insbesondere aus Naturschutzgesichtspunkten etwa hinsichtlich der Dimensionierung der Anlagen oder auch der Größe der Modulzwischenräume erfolgen; ebenso kann die Größe und Höhe der Einzäunung oder die Verlegung ober- und unterirdischer Versorgungsleitungen geregelt werden¹⁰⁵.

7.1.2.2 Gesetzgeberische planersetzende Regelungen

§ 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB

Mit der Einführung des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB zum 01.01.2023¹⁰⁶ hat der Gesetzgeber PV-Freiflächenanlagen entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen in den Kreis der sogenannten bauplanungsrechtlich privilegierten Vorhaben aufgenommen.

Konkret sind PV-FFA nunmehr privilegiert

- „auf einer Fläche längs von

¹⁰⁰ Teilweise vertreten wird diesbezüglich, dass nur solche PV-Freiflächenanlagen auf Versorgungsflächen zulässig sind, die ausschließlich der öffentlichen Stromversorgung dienen, d. h. den erzeugten Strom vollständig einspeisen, vgl. m. w. N. *Mitschang/Reidt*, in: *Battis/Krautzberger/Löhr*, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 9 Rn. 70.

¹⁰¹ Ausführlich *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 129.

¹⁰² Vgl. *Bank*, in: *Brügelmann*, BauGB, 124. EL 2022, § 12 Rn. 152 f.

¹⁰³ *Söfker*, in: *Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger*, BauGB, 149. EL 2023, § 30 Rn. 22.

¹⁰⁴ *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 133.

¹⁰⁵ Ausführlich zum Ganzen *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 131.

¹⁰⁶ BGBl. 2023, Teil I Nr. 6, Art. 1 Nr. 3, Art. 7 S. 1.

- aa) Autobahnen oder
- bb) Schienenwegen des übergeordneten Netzes im Sinne des § 2b des Allgemeinen Eisenbahngesetzes mit mindestens zwei Hauptgleisen
- und in einer Entfernung zu diesen von bis zu 200 Metern, gemessen vom äußeren Rand der Fahrbahn“.

Innerhalb der Systematik des § 35 BauGB ist dies von zentraler Bedeutung, da die abschließende Aufzählung aller privilegierten Vorhaben in § 35 Abs. 1 BauGB eine generelle gesetzliche Planungsregelung (bzw. gesetzlichen „Ersatzplan“) darstellt¹⁰⁷. Während die sogenannten sonstigen Vorhaben nach § 35 Abs. 2 BauGB grundsätzlich im Außenbereich unzulässig sind, um diesen vor einer Bebauung zu schützen¹⁰⁸, hat der Gesetzgeber die privilegierten Vorhaben nach § 35 Abs. 1 BauGB planähnlich dem Außenbereich zugewiesen und sich damit grundsätzlich für deren Zulässigkeit entschieden¹⁰⁹. Dies wirkt sich dahingehend aus, dass in der nachvollziehenden Abwägung¹¹⁰, die zwischen dem Interesse an der Vorhabendurchführung und den konfligierenden öffentlichen Belangen im Rahmen von § 35 Abs. 1, 3 S. 1 BauGB durchzuführen ist, den Interessen der privilegierten Vorhaben ein erhöhtes Gewicht zukommt. Während die sogenannten sonstigen Vorhaben bereits dann unzulässig sind, wenn sie öffentliche Belange nur „beeinträchtigen“ (§ 35 Abs. 2 BauGB), werden privilegierte Vorhaben erst dann verhindert, wenn ihnen öffentliche Belange „entgegenstehen“ (§ 35 Abs. 1 BauGB). Aus der Privilegierung folgt damit zwar nicht, dass PV-Freiflächenanlagen ohne Weiteres überall auf den erfassten Flächen zulässig wären¹¹¹. Die mit der Privilegierung vorgenommene Wertungsentscheidung des Gesetzgebers zugunsten der PV-Freiflächenanlage führt aber dazu, dass sich im Einzelfall dort die Bauinteressen wesentlich leichter gegen die konfligierenden öffentlichen Belange durchsetzen. Dies wird noch verstärkt durch die Gewichtungsvorgabe und den relativen Gewichtungsvorrang in § 2 S. 1, 2 EEG 2023 (überragendes öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit am EE-Ausbau).

Auch gegenüber den in § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 5 BauGB genannten öffentlichen Belangen des Naturschutzes, der Landschaftspflege, des Bodenschutzes, der natürlichen Eigenart der Landschaft bzw. ihrem Erholungswert sowie dem Landschaftsbild haben die privilegierten PV-Freiflächenanlagen damit ein erhöhtes Gewicht. Der öffentliche Belang des Naturschutzes deckt sich dabei im Wesentlichen inhaltlich mit den Vorschriften des Naturschutzrechts, da er nach dem Bundesverwaltungsgericht (BVerwG) durch dieses konkretisiert wird¹¹² (eingehend hierzu siehe unten Abschnitt 7.1.2.3). Die zuständige Baurechtsbehörde hat sich somit im Rahmen der Prüfung nach § 35 Abs. 1, 3 S. 1 Nr. 5 BauGB auch inzident mit der naturschutzrechtlichen Zulässigkeit des Vorhabens zu befassen und dazu nach § 18 Abs. 3 S. 1 BNatSchG hinsichtlich des Eingriffsausgleichs das Benehmen mit der Naturschutzbehörde herzustellen. Sofern privilegierte PV-Freiflächenanlagen demnach naturschutzrechtlich unzulässig sind, sind sie auch aufgrund des Entgegenstehens des öffentlichen Belangs des Naturschutzes bauplanungsrechtlich gesehen unzulässig¹¹³. Umgekehrt bedeutet die

¹⁰⁷ Mitschang/Reidt, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 1.

¹⁰⁸ Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 35 Rn. 13; zu einer auch im Rahmen von § 35 Abs. 2 BauGB denkbaren Ausnahme aber OVG Münster, Urt. v. 16.05.2023 – 7 D 423/21.AK, juris Rn. 57 ff.

¹⁰⁹ Mitschang/Reidt, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 6.

¹¹⁰ Mitschang/Reidt, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 70.

¹¹¹ Vgl. Kümper, Zur Privilegierung erneuerbarer Energien in § 35 Abs. 1 BauGB: Funktionswandel der Privilegierung und Perspektiven planerischer Steuerung, ZfBR 2015, S. 224 (225).

¹¹² BVerwG, Urt. v. 27.06.2013 – 4 C 1/12, juris Rn. 6.

¹¹³ Vgl. BVerwG, Urt. v. 27.06.2013 – 4 C 1/12, juris Rn. 6.

Konkretisierung durch das Naturschutzrecht, dass privilegierte PV-Freiflächenanlagen tendenziell nicht am Naturschutzbelang des § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 5 BauGB scheitern, wenn sie naturschutzrechtlich zulässig sind, da sich dann regelmäßig ihr erhöhtes Gewicht in der nachvollziehenden Abwägung durchsetzt¹¹⁴.

Für die genaue Reichweite des Tatbestands der Privilegierungsregelung ergibt sich hinsichtlich der Flächen längs von Schienenwegen vor allem aus dem Erfordernis von mindestens zwei Hauptgleisen eine Einschränkungswirkung¹¹⁵. Über den Verweis auf § 2b Allgemeines Eisenbahngesetz (AEG) werden dagegen im Wesentlichen nur Flächen längs von örtlichen Stadtbahnen und Eisenbahninfrastrukturen in Privateigentum von der Privilegierung ausgenommen¹¹⁶.

An der räumlichen Steuerung durch den Privilegierungstatbestand dürfte aus Naturschutzsicht grundsätzlich positiv zu bewerten sein, dass sich der Gesetzgeber mit der Privilegierung längs von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen dazu entschieden hat, den Anlagen- ausbau auf vorbelastete Flächen zu lenken. Dies entspricht der Wertung, die auch im Förderrecht in §§ 37 Abs. 1 Nr. 2c, 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 3c lit. aa) EEG 2023 zum Ausdruck kommt¹¹⁷. Auffällig ist insofern, dass die Breite des „Randstreifens“ längs der Infrastrukturen im Verhältnis zu den (gerade ausgeweiteten) förderrechtlichen Regelungen geringer ausfällt (500 Meter in den genannten EEG-Normen gegenüber 200 Metern in § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB). Der Gesetzgeber folgte hier der Annahme, dass das Ausmaß der Vorbelastung mit der steigenden Distanz zu den Fahrbahnen abnimmt und daher bereits ab einer Entfernung von 200 Metern eine Planung im Einzelfall mittels Bebauungsplänen erfolgen soll¹¹⁸. Allerdings ist auch damit nicht ausgeschlossen, dass Teile der privilegierten Flächen trotz dieser relativen Nähe zu den Autobahnen und Schienenwegen als naturschutzfachlich hochwertig einzustufen sind. Weiterhin ist darauf hinzuweisen, dass der Privilegierungstatbestand außer der flächenmäßigen Eingrenzung keine weiteren Vorgaben im Sinne des Naturschutzes enthält. Insbesondere werden keine Mindestanforderungen an die naturverträgliche Ausführung der PV-Freiflächenanlagen formuliert und keine leistungs- oder flächenmäßig bestimmte Maximalgröße zusammenhängender Anlagen festgelegt (zu beiden Punkten siehe unten Abschnitt 7.3.3.2).

§ 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB

Weiterhin hat der Gesetzgeber kürzlich hofnahe Anlagen der Agri-PV für privilegiert zulässig erklärt¹¹⁹. Der Begriff der Agri-PV wird im Privilegierungstatbestand über einen Verweis auf die förderrechtliche Norm des § 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 5 lit. a), b), c) EEG definiert, die wiederum Festlegungen der BNetzA und damit schlussendlich die DIN SPEC 91434:2021-05¹²⁰ in Bezug nimmt. Aus Naturschutzsicht ist hervorzuheben, dass bei den hiernach erfassten Agri-PV-Anlagen weiterhin eine intensive landwirtschaftliche Nutzung erfolgen muss; konkret

¹¹⁴ Vgl. Söfker, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, BauGB, 149. EL 2023, § 35 Rn. 92.

¹¹⁵ Vgl. hierfür DB Netze, Infrastrukturregister, <https://geovdbn.deutschebahn.com/isr> (Auswahl „Streckenmerkmale“ und sodann „Gleisanzahl“). Hauptgleise sind nach § 4 Abs. 11 S. 1 Eisenbahn-Bau- und Betriebsordnung (EBO) „die von Zügen planmäßig befahrenen Gleise“.

¹¹⁶ Für eine Auflistung aller Bahnstrecken, die Teil des übergeordneten Netzes nach § 2b AEG sind, siehe Eisenbahn-Bundesamt, Liste übergeordnetes Netz, 31.10.2019, https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infrastruktur/Uebergeordnetes_Netz/liste_uebergeordnetes_netz.html?jsessionid=5FC45BAA62A853ADE5FBBD208A9E7366.live21302?nn=2405334 (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).

¹¹⁷ Vgl. oben Abschnitt 7.1.1.1.

¹¹⁸ Vgl. insofern die Begründung zum Gesetzentwurf BT-Drs. 20/4704, S. 17.

¹¹⁹ BGBl. 2023, Teil I Nr. 176, 06.07.2023, S. 3.

¹²⁰ *Deutsches Institut für Normung e.V.*, DIN SPEC 91434 Agri-Photovoltaik-Anlagen - Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung, Mai 2021, <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:337886742>.

müssen mindestens 66 % des Referenzertrages erwirtschaftet werden¹²¹ und der Verlust an landwirtschaftlich nutzbarer Fläche durch Aufbauten und Unterkonstruktionen darf bei hochaufgeständerten horizontalen Anlagen lediglich 10 % der Gesamtprojekfläche und bei vertikal aufgestellten Anlagen mit einer Bewirtschaftung zwischen den Modulreihen lediglich 15 % der Gesamtprojekfläche betragen¹²².

Als weitere einschränkende Merkmale werden im Tatbestand des § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB genannt:

- a) „das Vorhaben steht in einem räumlich-funktionalen Zusammenhang mit einem Betrieb nach [§ 35 Abs. 1] Nummer 1 oder 2 [BauGB],
- b) die Grundfläche der besonderen Solaranlage überschreitet nicht 25 000 Quadratmeter und
- c) es wird je Hofstelle oder Betriebsstandort nur eine Anlage betrieben.“

Durch diese Einschränkungen wird im Ergebnis sichergestellt, dass nur Anlagen bis zu einer vergleichsweise geringen Größe privilegiert werden und jenseits der auch mit solchen Anlagen einhergehenden Technisierung der Landschaft, keine erhebliche Zersiedelung des Außenbereichs (in Form von Anlagen ohne Bezug zu vorhandenen wesentlichen Betriebsgebäuden) droht. Unter Naturschutzgesichtspunkten ergeben sich im Ausgangspunkt keine wesentlichen Implikationen, da für die Agri-PV zumeist nur Flächen in Betracht kommen, die auch schon zuvor landwirtschaftlich genutzt wurden. Kritisch angemerkt werden kann aber, dass die strengen Voraussetzungen der DIN SPEC 91434:2021-05 die Beibehaltung einer vergleichbar intensiven landwirtschaftlichen Nutzung auf den Flächen fordern. Eine Extensivierung der Landwirtschaftsnutzung gegenüber der vorgefundenen Ausgangssituation ist im Kontext der Agri-PV damit für privilegierte Anlagen nicht möglich.

7.1.2.3 Zusammenspiel der Ebenen des Planungsrechts

Wie bereits erkennbar wurde, unterscheidet sich das Ineinandergreifen der vorgenannten Ebenen des Planungsrechts danach, ob die zu steuernden Freiflächenanlagen den Privilegierungstatbeständen unterfallen oder nicht.

Da privilegierte PV-Freiflächenanlagen nicht auf eine planerische Flächenausweisung im Einzelfall angewiesen sind, steht hier im Fokus, wie die verschiedenen Planungsebenen die gesetzgeberische Grundentscheidung, die Anlagen im Umgriff der Privilegierung planersetzend dem Außenbereich zuzuweisen¹²³, revidieren oder auch feinsteuern können.

Flächennutzungspläne können privilegierte PV-Freiflächenanlagen nur verhindern, sofern sie Darstellungen mit einer sachlich und räumlich eindeutigen, standortbezogenen Aussage zu einer Nutzung enthalten, die der PV-Nutzung entgegensteht (vgl. oben Abschnitt 7.1.2.1 „Bauleitplanung“). Dies bleibt jedoch angesichts des Charakters des Flächennutzungsplans als vorbereitender Planung auf Ausnahmen beschränkt. Mittels Bebauungsplänen können die im Ausgangspunkt von der Privilegierung des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) oder derjenigen nach Nr. 9 BauGB erfassten Flächen aus dem Anwendungsbereich der Vorschrift herausgenommen und anderweitig überplant werden. Auch diese Möglichkeit bleibt aber tendenziell auf eine kleinräumige Negativsteuerung begrenzt, da der Bebauungsplan in jedem Fall von einem positiven Planungskonzept getragen sein muss, d. h. eine reine Negativplanung einzig

¹²¹ DIN SPEC 91434:2021-05 Ziff. 5.2.10.

¹²² DIN SPEC 91434:2021-05 Ziff. 5.2.3.

¹²³ Vgl. *Mitschang/Reidt*, in: *Battis/Krautzberger/Löhr*, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 4.

zur Verhinderung von PV-Freiflächenanlagen ist unzulässig¹²⁴. Zudem können Ziele der Raumordnung, insbesondere Vorranggebiete für PV-Freiflächenanlagen, einer Überplanung der privilegierten Flächen entgegenstehen, da Bauleitpläne nach § 1 Abs. 4 BauGB den Zielen der Raumordnung „anzupassen“ sind.

Die Ebene der Raumordnung bietet demgegenüber grundsätzlich die Möglichkeit, die privilegierten Anlagen vergleichsweise großräumig zu steuern. Generell ist der Anwendungsbe- reich der Raumordnung im Hinblick auf PV-Freiflächenanlagen aufgrund der zunehmenden Anlagengrößen¹²⁵ und der damit vorliegenden Raumbedeutsamkeit immer häufiger eröffnet, was auch für diejenigen Anlagen gelten dürfte, die unter den Privilegierungstatbestand des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB fallen.¹²⁶ Der raumordnerische Einfluss zeigt sich sodann auf der Zulassungsebene in Form der Raumordnungsklausel des § 35 Abs. 3 S. 2 BauGB. Nach § 35 Abs. 3 S. 2 Hs. 1 BauGB sind auch privilegierte raumbedeutsame PV-Freiflächenanlagen bauplanungsrechtlich unzulässig, wenn sie den Zielen der Raumordnung widersprechen. Entgegenstehende Ziele können insbesondere Vorranggebiete nach § 7 Abs. 5 S. 2 Nr. 1 ROG mit anderweitigen, zu PV-Nutzungen im Widerspruch stehenden Festlegungen sein¹²⁷, bspw. solche für den Freiraumschutz (vgl. oben Abschnitt 7.1.2.1 „Raumordnung“). Aus Naturschutzsicht können damit durch raumordnerische Zielfestlegungen auch solche Flächen vom Zubau mit raumbedeutsamen bzw. mittelgroßen und großen Anlagen freigehalten werden, die zwar der bauplanungsrechtlichen Privilegierung unterfallen, aber dennoch naturschutzfachlich als besonders hochwertig einzustufen sind. Wie bereits oben angesprochen (Abschnitt 7.1.2.1 „Raumordnung“), kann dabei jedoch nicht auf die neu eingeführte Gebietskategorie der Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung zurückgegriffen werden (vgl. § 7 Abs. 3 S. 7 ROG), was auch die Anwendbarkeit der teilweise im Landesrecht vorhandenen Gebietskategorie der Ausschlussgebiete auf PV-Freiflächenanlagen fraglich erscheinen lässt (siehe oben Abschnitt 7.1.2.1 „Raumordnung“). Weiterhin wird in der Praxis vergleichsweise häufig eine eher pauschale Steuerung von PV-Freiflächenanlagen auf bereits versiegelte und/oder vorbelastete Flächen bzw. Konversionsflächen in Raumordnungsplänen festgeschrieben; ganz überwiegend erfolgt dies durch Grundsätze der Raumordnung¹²⁸. Auch hiermit kann mithin eine gewisse Steuerungswirkung zugunsten des Naturschutzes entfaltet werden, wobei aber abweichende Entscheidungen auf den folgenden Planungsebenen möglich bleiben. Sofern solche Festlegungen jedoch nicht bloß als Grundsätze, sondern Ziele der Raumordnung getroffen werden, erscheint ähnlich wie bei den landesrechtlichen Ausschlussgebieten fraglich, ob eine solche „Schwarz-Weiß-Planung“, die PV-Freiflächenanlagen trotz des § 7 Abs. 3 S. 7 ROG abschließend auf bestimmte Flächentypen verweist, zulässig ist. Zudem gelten für die raumordnerische Zielfestlegung gegenüber der Festlegung von Grundsätzen die strengeren Anforderungen der hinreichenden sachlichen und räumlichen Bestimmtheit sowie abschließenden Abgewogenheit¹²⁹.

¹²⁴ Ein solcher Bebauungsplan wäre nicht „erforderlich“ gemäß § 1 Abs. 3 BauGB und damit nichtig, *Battis*, in: *Battis/Krautzberger/Löhr*, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 1 Rn. 26a.

¹²⁵ So wurde die maximale Anlagengröße für eine EEG-Förderung bereits zum 01.01.2021 von 10 MW auf 20 MW angehoben, BGBl. 2020, Teil I Nr. 65, S. 3152, § 37 Abs. 3 EEG, und zuletzt mit Geltung für das Jahr 2023 auf 100 MW erhöht, BGBl. 2022, Teil I Nr. 37, S. 1738, § 100 Abs. 13 S. 1 EEG.

¹²⁶ Für Anlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB gilt dies aufgrund deren maximaler Größe von 2,5 ha dagegen nur ausnahmsweise bzw. dort, wo bereits ab einer solchen Größe von einer generellen Raumbedeutsamkeit ausgegangen wird.

¹²⁷ *Grotefels*, in: *Kment*, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 7 Rn. 54.

¹²⁸ Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 261 ff.

¹²⁹ *Kümper*, in: *Kment*, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 3 Rn. 27 ff., 31 ff. 36.

Für die naturverträgliche räumliche Steuerung nicht privilegierter PV-Freiflächenanlagen bleibt, wie gesehen, aufgrund des Bebauungsplanerfordernisses die Ebene der Bebauungspläne zentral. Die Flächennutzungspläne erlangen dagegen in der Praxis insofern regelmäßig keine entscheidende Bedeutung, da ihre konzeptionelle Funktion in der Planungspraxis weitgehend verdrängt wird¹³⁰: Zwar sind die Bebauungspläne nach § 8 Abs. 2 S. 1 BauGB aus dem Flächennutzungsplan zu entwickeln (sog. Entwicklungsgebot); die für die Aufstellung beider Pläne zuständige Gemeinde kann den Flächennutzungsplan jedoch im sog. Parallelverfahren nach § 8 Abs. 3 S. 1 BauGB gleichzeitig mit der Bebauungsaufstellung entsprechend ändern oder ergänzen sowie in den Fällen des § 8 Abs. 2 S. 2, Abs. 3 S. 2 BauGB „ad hoc“ ohne einen Flächennutzungsplan als Grundlage planen.

Einen stärkeren Einfluss auf die maßgebliche Bebauungsplanebene können dagegen die Ziele der Raumordnung entfalten. Nach § 1 Abs. 4 BauGB sind die Bebauungspläne an die Ziele der Raumordnung „anzupassen“. Hiernach verbleibt der Gemeinde nur innerhalb des durch die Ziele der Raumordnung gesetzten Rahmens ein planerischer Gestaltungsfreiraum¹³¹, was bezogen auf Vorranggebiete bedeutet, dass die Gemeinde für die Vorrangfläche gehindert ist, im Bebauungsplan eine Nutzung festzusetzen, die die Vorrang-Nutzung vereiteln bzw. wesentlich erschweren würde oder ihr zuwiderliefe¹³². Über raumordnerische Zielfestlegungen zum Natur- und Landschaftsschutz, die PV-Freiflächenanlagen entgegenstehen, kann somit die für nicht privilegierte Anlagen zentrale Bebauungsplanebene maßgeblich in negativer Hinsicht vorgesteuert werden. Die weitgehende Gestaltungsfreiheit der Gemeinden, inwiefern sie bei ihren Planungen Naturschutzziele verfolgen, kann somit ein Stück weit begrenzt werden, indem naturschutzfachlich besonders wertvolle Gebiete durch entsprechende raumordnerische Zielfestlegungen dem planerischen Zugriff der Gemeinden entzogen werden. Diese Wirkung ist dabei nicht auf Planungen für raumbedeutsame (d. h. mittelgroße und große) Freiflächenanlagen begrenzt, da § 1 Abs. 4 BauGB nicht zwischen raumbedeutsamen und nicht raumbedeutsamen Bauleitplänen unterscheidet¹³³.

Ob über die Ziele der Raumordnung auch umgekehrt eine positive Steuerung erfolgen kann in der Form, dass die Gemeinden als „Anpassung“ nach § 1 Abs. 4 BauGB dazu verpflichtet werden, Flächen für PV-Freiflächenanlagen in Bebauungsplänen auszuweisen (sog. Erstplanungspflicht), ist derzeit unklar¹³⁴. Ohnehin ist diese Frage aber im Schwerpunkt auf die Flächenbereitstellung für den Anlagenausbau überhaupt und nicht die naturverträgliche räumliche Steuerung des Ausbaus bezogen.

7.1.2.4 Zusammenspiel mit förderrechtlicher Steuerung

Planungs- und förderrechtliche Regelungen besitzen unterschiedliche Rechtsfolgen und Wirkungen. Während das Planungsrecht allein für die schlussendliche Bebaubarkeit eines Grundstücks mit PV-Freiflächenanlagen maßgeblich ist, setzt das Förderrecht einen rein finanziellen Anreiz, dabei bestimmte Flächen- oder Anlagentypen zu bevorzugen – ohne jedoch selbst die erforderlichen planungsrechtlichen Voraussetzungen dafür zu schaffen. Die förderrechtliche Steuerung bleibt somit immer darauf angewiesen, durch das Planungsrecht entsprechend abgebildet zu werden. Umgekehrt laufen planungsrechtliche Vorgaben ins

¹³⁰ Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 121.

¹³¹ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1 Rn. 68.

¹³² BVerwG, Beschl. v. 20.08.1992 – 4 NB 20/91, juris Rn. 20.

¹³³ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1 Rn. 60.

¹³⁴ Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 109 f.

Leere, die aufgrund wirtschaftlicher Umstände und ihres Charakters als reine Angebotsplanung faktisch nicht verwirklicht werden. Im gleichen Maße wie PV-Freiflächenanlagen jedoch zunehmend für einen wirtschaftlich auskömmlichen Betrieb nicht länger auf eine finanzielle Förderung angewiesen sind, nimmt auch die Anreiz- und Steuerungswirkung des Förderrechts des Erneuerbare-Energien-Gesetzes stetig ab.

Solange PV-Freiflächenanlagen allgemein nur durch finanzielle Förderung rentabel waren, entfaltete die EEG-Flächenkulisse der §§ 37, 48 EEG eine sehr effektive abschließende positive Steuerungsleistung. Obwohl es sich „lediglich“ um eine förderrechtliche Regelung handelt, war faktisch aufgrund dieser wirtschaftlichen Bedingungen die Verwirklichung von Freiflächenanlagen außerhalb der geförderten Flächen ausgeschlossen. Hiermit wirkten die förderrechtlichen Regelungen wie ein absolutes Verbot, obwohl sie rein rechtlich betrachtet kein solches enthalten¹³⁵.

Da zur Zeit dieser wirtschaftlichen Rahmenbedingungen PV-Freiflächenanlagen noch nicht zu den nach § 35 Abs. 1 BauGB privilegierten Vorhaben zählten¹³⁶, wirkte sich die einschränkende Steuerung des Förderrechts vor allem auf die letztlich maßgebliche Bebauungsplanebene aus. So war es Kommunen zwar nicht unmittelbar rechtlich verwehrt, auch außerhalb der EEG-Förderkulisse Flächen für PV-Freiflächenanlagen zu planen¹³⁷. Faktisch hätte sich für diese Flächen aber jedenfalls kaum ein Investor zur Realisierung der PV-Projekte gefunden, weshalb letztlich die Kommunen gezwungen waren, planerisch den geförderten Flächenkategorien zu folgen¹³⁸. Daneben verblieb auch für die Raumordnung aufgrund dieser faktischen Vorsteuerung durch das Förderrecht nur noch wenig Spielraum für die Entwicklung eigener Planungskonzepte¹³⁹. Als Resultat kann bis zum jetzigen Zeitpunkt tendenziell eine planerische Zurückhaltung der Raumordnungsebene hinsichtlich PV-Freiflächenanlagen beobachtet werden¹⁴⁰. Insbesondere enthalten derzeit nur die wenigsten Regionalpläne PV-spezifische Ziele und Grundsätze, die auch zeichnerisch dargestellt bzw. konkret räumlich verortet sind¹⁴¹.

Da jedenfalls größere PV-Freiflächenanlagen zu ihrer Wirtschaftlichkeit mittlerweile nicht mehr auf die EEG-Förderung angewiesen sind¹⁴², nimmt die räumliche Steuerungswirkung des EEG solcher Anlagen auf die geförderten Flächen ab¹⁴³. Nunmehr sind die Gemeinden nicht mehr faktisch daran gehindert, in Bebauungsplänen auch solche Flächen für PV-Freiflächenanlagen zu öffnen, die außerhalb der Förderkulisse des EEG liegen und vielfach als nicht vorbelastet einzustufen sind. Aus Naturschutzgesichtspunkten ist die planerische Gestaltungsfreiheit der Gemeinden lediglich durch zwingendes Naturschutz- und anderweitiges

¹³⁵ Vgl. zu dieser Wirkung *Wegner*, Ausschreibungen nach EEG und Naturschutz, in: Mengel, Naturschutz im Kontext von Klimawandel und Energiewende, 2021, S. 87.

¹³⁶ § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB gilt seit dem 01.01.2023, BGBL. 2023, Teil I Nr. 6, Art. 7 S. 1.

¹³⁷ Möglich erschien jedoch, dass PV-Bebauungspläne außerhalb der Förderkulisse vormals deshalb rechtlich unzulässig waren, weil ihnen mangels einer Aussicht auf Verwirklichung die Erforderlichkeit nach § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB fehlte. Dem braucht für die vorliegende Analyse aber nicht weiter nachgegangen zu werden.

¹³⁸ Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 59.

¹³⁹ *Schmidtchen*, Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht, 2014, S. 310 f.

¹⁴⁰ Hierzu bereits *Schmidtchen*, Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht, 2014, S. 310 f.

¹⁴¹ Vgl. *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 142.

¹⁴² *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 51.

¹⁴³ Hierbei kann zwischen verschiedenen Typen von PV-Freiflächenanlagen zu unterscheiden sein. So könnten etwa kostenintensivere Anlagenformen, wie die "besonderen Solaranlagen" nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 bzw. § 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 5 EEG 2023, weiterhin stärker auf die EEG-Förderung angewiesen sein. Dies zeigt sich auch bereits an der jetzigen Ausgestaltung des Förderrechts insofern, als dass die in Ausschreibungen ermittelte Förderhöhe für diese Anlagen teilweise gesetzlich erhöht wird, vgl. § 38b Abs. 1 S. 2, 3 EEG 2023.

Ordnungsrecht begrenzt, das dem Vollzug eines solchen Bebauungsplans entgegenstehen und daher zu dessen Nichtigkeit führen würde (siehe hierzu unten Abschnitt 7.1.3.2), sowie durch das – nur begrenzt gerichtlich kontrollierbare – Abwägungsgebot im Hinblick auf die Naturschutzbelange einschließlich der Eingriffs-Ausgleichs-Regelung (siehe hierzu oben Abschnitt 7.1.2.1). Im Ergebnis besitzen die Kommunen deshalb unter den gegebenen rechtlichen und ökonomischen Bedingungen potenziell erheblichen Einfluss auf die Frage, wie naturverträglich der Ausbau von Freiflächenanlagen gesteuert wird.

Auch die Raumordnung gewinnt mit dem zunehmenden Wegfall der Vorsteuerung durch das EEG faktisch an Entscheidungsspielräumen. Insbesondere könnte unter den veränderten wirtschaftlichen Bedingungen ein Bedürfnis dafür gesehen werden, die gemeindliche Bebauungsplanung stärker raumordnerisch vorzusteuern. Als Nachteil des Raumordnungsrechts gegenüber dem Förderrecht könnte sich insofern herausstellen, dass die planerische Steuerung typischerweise einen langen Vorlauf benötigt, während förderrechtliche Regelungen mit ihrer Aufnahme im Gesetz sofort ihre Anreizwirkung entfalten¹⁴⁴. Derzeit ist jedenfalls festzustellen, dass der Steuerungsverlust durch das EEG nicht oder nur teilweise durch raumordnerische Vorgaben aufgefangen wird.

Der dargestellte Umschwung im Zusammenspiel von Förder- und Planungsrecht könnte teilweise durch die Einführung der neuen Außenbereichsprivilegierung in § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB abgefedert werden, da diese mit Seitenstreifen entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen eine Flächenkategorie erfasst, die auch Teil der EEG-Flächenkulisse ist (vgl. o. Abschnitt 7.1.2.2). Auch wenn die Wirkmechanismen andere sind, kann davon gesprochen werden, dass durch die planungsrechtliche Privilegierung unter den veränderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen auch weiterhin eine Steuerung des PV-Ausbaus auf die erfassten Seitenstreifen stattfindet. Um eine „Vorsteuerung“ im bisherigen Sinne handelt es sich allerdings gerade nicht mehr, da es nunmehr keiner weiteren Planungsentscheidung durch eine Gemeinde bedarf, die solche Flächen bislang gegebenenfalls nur in Teilen und jedenfalls entsprechend ihrer städtebaulichen Vorstellungen geöffnet hat, sondern unmittelbar auf gesetzlicher Grundlage eine Genehmigung beantragt werden kann. Da aus Sicht der Investoren auf diesen Flächen nunmehr kein zeit- und kostenaufwändiges Bebauungsplanverfahren erforderlich ist, steht auf den ersten Blick zu erwarten, dass diese vorrangig für den Ausbau in Anspruch genommen werden. Ob dies tatsächlich auch passieren wird oder inwieweit erhoffte Vereinfachungseffekte verloren gehen, da die strittigen Einzelfallfragestellungen von den Bebauungsplanverfahren bloß in die bauordnungsrechtlichen Zulassungsverfahren auf Grundlage der Privilegierung verlagert werden, wo gleichzeitig umfassendere Verfahren der Öffentlichkeitsbeteiligung fehlen, bleibt noch abzuwarten. Es scheint jedoch gleichwohl plausibel, dass das Instrument der Außenbereichsprivilegierung das Potenzial besitzt, die abnehmende Steuerungswirkung des EEG zumindest teilweise auszugleichen und den Ausbau von Freiflächenanlagen – anders als die Raumordnung – ohne zeitliche Verzögerungen zu steuern. Die Ausgestaltung einer weiterentwickelten Außenbereichsprivilegierung entlang naturschutzfachlicher Kriterien könnte daher eine Alternative zum Ausgleich der wegfallenden Steuerungswirkung des EEG durch eine verstärkte raumordnerische Steuerung sein (eingehend hierzu Abschnitt 7.3.3).

¹⁴⁴ *Schmidtchen*, Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht, 2014, S. 313.

7.1.3 Ordnungsrecht

7.1.3.1 Raumwirksame ordnungsrechtliche Vorgaben

Im Ordnungsrecht sind für die naturverträgliche räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen in erster Linie die Vorgaben des Bundesnaturschutzgesetzes (BNatSchG) relevant. Speziell für schwimmende PV-Anlagen ist zudem auf Bestimmungen des Wasserhaushaltsgesetzes (WHG) einzugehen. Dagegen unterfallen PV-Freiflächenanlagen nicht dem Anwendungsbereich des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG), da sie nicht in der abschließenden Aufzählung¹⁴⁵ des Anhangs 1 zur 4. BImSchV genannt sind (vgl. auch § 4 Abs. 1 S. 3 BImSchG). Ebenso ist der Anwendungsbereich des Bundes-Bodenschutzgesetzes (BBodSchG) nicht für PV-Freiflächenanlagen eröffnet, da deren Einwirkungen auf den Boden bereits vollumfänglich durch die Vorschriften des Bauplanungs- und Bauordnungsrechts geregelt werden (vgl. § 3 Nr. 9 BBodSchG). Aspekte des Bodenschutzes werden somit im Hinblick auf PV-Freiflächenanlagen nur vermittelt über das Baurecht relevant¹⁴⁶.

Naturschutzrecht

Die relevanten ordnungsrechtlichen Vorgaben des Naturschutzrechts betreffen den Ausgleich von Eingriffen (§§ 13 ff. BNatSchG), den Gebietsschutz (§§ 20 ff. BNatSchG) und den besonderen Artenschutz (§§ 44 ff. BNatSchG). Sie entfalten jeweils in dem Sinne eine negative Steuerungswirkung, dass die genannten Regelungen den PV-Ausbau negativ räumlich steuern, indem sie bestimmte Flächenpotenziale bzw. Standorte ausschließen.

Eingriffs-Ausgleichs-Regelung

Nach der Eingriffsregelung sind erhebliche Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft jeweils vorrangig zu vermeiden bzw. durch Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen sowie Geldzahlungen zu kompensieren (§§ 13, 15 BNatSchG). Je nachdem ob, eine Freiflächenanlage den Privilegierungstatbeständen des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) oder Nr. 9 BauGB unterfällt oder nicht, kommt die Eingriffsregelung dabei auf unterschiedliche Weise zur Geltung.

Wird eine Freiflächenanlage außerhalb des Privilegierungstatbestandes auf der Grundlage eines Bebauungsplans verwirklicht, bestimmt § 18 Abs. 1 BNatSchG, dass über Vermeidung, Ausgleich und Ersatz von Eingriffen allein nach den Vorschriften des BauGB entschieden wird. Demnach wird die Eingriffsregelung hier gemäß § 1a Abs. 3 BauGB im Bebauungsplanverfahren abgearbeitet und vollumfänglich der planerischen Abwägung unterstellt (siehe bereits Abschnitt 7.1.2.1). Diese Abarbeitung ist insofern abschließend, als dass nach § 18 Abs. 2 BNatSchG die Vorschriften der Eingriffsregelung in einem etwaigen¹⁴⁷ Zulassungsverfahren, das auf das Planungsverfahren folgt, nicht mehr anzuwenden sind. Auch bei der planerischen Abarbeitung der Eingriffsregelung nach § 1a Abs. 3 BauGB wird der Eingriffsbegriff des § 14 Abs. 1 BNatSchG zugrunde gelegt. Mithin kann davon gesprochen werden, dass das „Ob“ des Eingriffs entsprechend zum BNatSchG bestimmt wird, während hinsichtlich des „Wie“ bzw. Umgangs mit dem Eingriff allein nach den Vorgaben des BauGB verfahren, genauer eine planerische Abwägung nach § 1a Abs. 3 S. 1 i. V. m. § 1 Abs. 7 BauGB vorgenommen wird¹⁴⁸.

¹⁴⁵ Schmidt-Kötters, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BImSchG, 67. Edition 2019, § 4 Rn. 71.

¹⁴⁶ Siehe hierzu *Erbguth/Schubert*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BBodSchG, 67. Edition 2020, § 3 Rn. 16 f.

¹⁴⁷ In manchen Bundesländern sind PV-FFA auf der Grundlage von vorhabenbezogenen Bebauungsplänen verfahrensfrei, vgl. *Busse*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 12 Rn. 58.

¹⁴⁸ *Battis*, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 1a Rn. 17; *Scheidler*, Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung, ZUR 2019, S. 145 (145).

Ist eine Freiflächenanlage vom Privilegierungstatbestand erfasst und wird ohne die Aufstellung eines Bebauungsplans verwirklicht, beurteilt sich, „ob“ ein Eingriff vorliegt und „wie“ mit diesem umgegangen wird bzw. welche rechtlichen Konsequenzen sich hieraus ergeben, dagegen allein nach den §§ 13 ff. BNatSchG. Verfahrenstechnisch wird die Eingriffsregelung innerhalb des baurechtlichen Zulassungsverfahrens durch die Baurechtsbehörde geprüft, wobei die Naturschutzbehörde zwischenbehördlich beteiligt wird¹⁴⁹. Hierzu soll die Baurechtsbehörde die nach der Eingriffsregelung erforderlichen Entscheidungen und Maßnahmen im Benehmen mit der Naturschutzbehörde treffen (§ 18 Abs. 3 S. 1 BNatSchG).

Die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen stellt in aller Regel einen Eingriff gemäß § 14 Abs. 1 BNatSchG dar. Am „Ob“ eines Eingriffs bestehen mithin regelmäßig keine Zweifel¹⁵⁰. Als bauliche Anlagen verändern PV-Freiflächenanlagen die Gestalt und Nutzung von Grundflächen¹⁵¹. Des Weiteren können Freiflächenanlagen unter Umständen die Leistungs- und Funktionsfähigkeit des Naturhaushalts beeinträchtigen, indem sie nach ökologischen Maßstäben auf der jeweiligen Fläche eine Verschlechterung darstellen¹⁵². Auch eine Beeinträchtigung des Landschaftsbildes wird oftmals dadurch gegeben sein, dass die Errichtung der Anlagen von einem für die Schönheit der natürlich gewachsenen Landschaft aufgeschlossenen Durchschnittsbetrachter als nachteilig empfunden wird¹⁵³. Ganz regelmäßig ist angesichts der relativen Dauerhaftigkeit der PV-Nutzung und dem Ausmaß der Beeinträchtigungen durch die Anlage auch die Erheblichkeit des Eingriffs bzw. die nicht ganz unwahrscheinliche Möglichkeit eines erheblichen Eingriffs zu bejahen¹⁵⁴. Auf die teilweisen landesrechtlichen Abweichungen von § 14 Abs. 1 BNatSchG muss an dieser Stelle nicht eingegangen werden, da diese jedenfalls nicht den Grundsatz verletzen dürfen, alle erheblichen Beeinträchtigungen als Eingriffe zu klassifizieren und somit eine flächendeckende naturschutzrechtliche Eingriffsregelung bereitzuhalten¹⁵⁵.

Für die privilegierten PV-Freiflächenanlagen ist in der direkten Anwendung der Vorschriften des BNatSchG im Zulassungsverfahren zunächst nach § 15 Abs. 1 BNatSchG zu prüfen, ob vermeidbare Beeinträchtigungen von Natur und Landschaft vorliegen, die unterlassen werden müssen. Da hiermit jedoch ausweislich des § 15 Abs. 1 S. 2 BNatSchG nicht der Standort einer Anlage, sondern nur ihre technische Ausführungsvariante infrage gestellt wird¹⁵⁶, hat das Vermeidungsgebot keinerlei Auswirkung für die räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen. Vielmehr zielt das Vermeidungsgebot lediglich darauf ab, dass überflüssige Belastungen von Natur und Landschaft, die für die Verwirklichung der Anlage am jeweils gewählten Standort nicht erforderlich sind, unterbleiben¹⁵⁷.

Ist der Eingriff in diesem Sinne nicht zu vermeiden, sind nach § 15 Abs. 2, 3, 4 BauGB vorrangig Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen zu leisten. Während Ausgleichsmaßnahmen auf eine gleichartige Wiederherstellung der Funktionen des Naturhaushalts bzw. eine landschaftsgerechte Wiederherstellung des Landschaftsbildes abzielen (vgl. § 15 Abs. 2 S. 2

¹⁴⁹ *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 17 Rn. 18.

¹⁵⁰ Im Einzelnen siehe *Wagegg/Trumpp*, Freiflächen-Solaranlagen und Naturschutz – Eingriff oder Verbesserung im Vergleich zur Landwirtschaft, NuR 2015, S. 815 (818).

¹⁵¹ Vgl. *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 14 Rn. 10, 12.

¹⁵² Vgl. *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 65. Edition 2023, § 14 Rn. 16.

¹⁵³ Vgl. *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 14 Rn. 17.

¹⁵⁴ Für die anzulegenden Kriterien siehe *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 14 Rn. 18.

¹⁵⁵ *Schrader*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 14 Rn. 22.

¹⁵⁶ *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 4.

¹⁵⁷ Vgl. *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 4.

BNatSchG), ist bei Ersatzmaßnahmen dieser räumlich-funktionale Zusammenhang dergestalt gelockert¹⁵⁸, dass die gleichwertige Wiederherstellung der Funktionen des Naturhaushalts im betroffenen Naturraum bzw. eine landschaftsgerechte Neugestaltung des Landschaftsbildes genügt (vgl. § 15 Abs. 2 S. 3 BNatSchG). Der Eingriffsverursacher kann der Behörde Ausgleichs- oder Ersatzmaßnahmen lediglich vorschlagen, letztendlich entscheidet allein die Behörde auf der Grundlage einer ihr auch gegenüber den Gerichten zuerkannten naturschutzfachlichen Einschätzungsprärogative¹⁵⁹, was genau zu tun ist¹⁶⁰. Von der Möglichkeit zur bundeseinheitlichen Standardisierung der Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nach § 15 Abs. 7 S. 1 Nr. 1 BNatSchG wurde jenseits des engen Anwendungsbereichs der Bundeskompensationsverordnung bisher noch kein Gebrauch gemacht¹⁶¹. Für die räumliche Steuerung des Ausbaus von PV-Freiflächenanlagen spielt die Auferlegung von Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen nur eine nachgeordnete Rolle, da hierdurch die Realisierung von Anlagen an einem bestimmten Standort kaum grundsätzlich verhindert wird. Dies zeigt sich auch an der Möglichkeit zur Bevorratung vorgezogener Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen unter anderem in Ökokonten nach § 16 Abs. 2 S. 1 BNatSchG. Insgesamt regeln Ausgleichs- und Ersatzmaßnahmen Umstände der Ausführung einer Anlage an einem konkreten Standort, ohne die Standortwahl als solche zu betreffen bzw. negativ zu steuern.

Demgegenüber enthält das Abwägungserfordernis in § 15 Abs. 5 BNatSchG ein striktes Untersagungsgebot¹⁶², sofern der naturschutzrechtliche Eingriff nicht vermieden oder ausgeglichen bzw. ersetzt werden kann und die Belange des Naturschutzes bei der Abwägung den Eingriffsbelangen vorgehen. Gleichwohl wird die praktische Bedeutung des § 15 Abs. 5 BNatSchG erheblich dadurch eingeschränkt, dass sich im Normalfall Möglichkeiten dazu bieten, kompensierende Ersatzmaßnahmen festzulegen, die das Gewicht der Naturschutzbelange in der Abwägung jedenfalls so weit mindern, dass die für die Freiflächenanlage streitenden Belange überwiegen¹⁶³. Zudem führt § 2 EEG 2023, der den Ausbau erneuerbarer Energien als im überragenden öffentlichen Interesse liegend definiert und einen grundsätzlichen Vorrang in Schutzgüterabwägungen anordnet, zu einer erheblichen Stärkung der Belange der Freiflächenanlagen¹⁶⁴. Im Ergebnis dürfte die Abwägung nach § 15 Abs. 5 BNatSchG daher nur sehr selten Flächenpotenziale für den PV-Ausbau ausschließen.

Überwiegen die für die Freiflächenanlage sprechenden Belange in der Abwägung, hat der Vorhabenträger als Eingriffsverursacher eine Ersatzzahlung nach § 15 Abs. 6 BNatSchG zu leisten. Die Einzelheiten der Bemessung, Entrichtung und Verwendung der Ersatzzahlung sind in § 15 Abs. 6 S. 2-7 BNatSchG geregelt. Da die Höhe der Ersatzzahlung jedenfalls die rechtsstaatlichen Anforderungen der Verhältnismäßigkeit wahren muss¹⁶⁵, ist nicht abzusehen, dass hierüber im Ergebnis ein Anlagenzubau an einem bestimmten Standort wirtschaftlich verhindert werden könnte bzw. sich relevante räumliche Steuerungseffekte hinsichtlich des Anlagenstandortes ergeben.

Insgesamt muss der Eingriffsregelung damit im Hinblick auf die räumliche Standortsteuerung von PV-Freiflächenanlagen eine nur geringe Relevanz zugesprochen werden. Während die

¹⁵⁸ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 23.

¹⁵⁹ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 40.

¹⁶⁰ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 40; Schrader, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 15 Rn. 15.

¹⁶¹ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 53.

¹⁶² Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 41.

¹⁶³ Vgl. Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 15 Rn. 47.

¹⁶⁴ Schrader, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 15 Rn. 64; allg. Deutinger/Sailer, Verfahrensrecht, Denkmalschutz und § 2 EEG 2023, ZNER 2023, S. 120 (124 ff).

¹⁶⁵ Vgl. hierzu VG Ansbach, Urt. v. 20.03.2013 – AN 11 K 12.00109 –, juris Rn. 26.

Einstellung der Eingriffsregelung in die planerische Abwägung bei der Aufstellung von Bebauungsplänen für die Gemeinden Wertungs- und Gestaltungsspielräume öffnet (siehe oben Abschnitt 7.1.2.1), wird die räumliche Steuerungswirkung der Eingriffsregelung bei der Zulassung privilegierter PV-FFA dadurch verringert, dass vielfältige Ersatzmaßnahmen denkbar sind, um die entstandenen Beeinträchtigungen von Natur- und Landschaft zu kompensieren, und zudem der Belang der erneuerbaren Energien mit § 2 EEG 2023 eine erhebliche Aufwertung in der Schutzgüterabwägung erfahren hat. Die Eingriffsregelung insgesamt betrifft somit weniger Fragen der Standortwahl als Fragen der technischen Anlagenausführung und -gestaltung an einem zuvor festgelegten Standort.

Gebietsschutz

Die Vorschriften des Gebietsschutzes (§§ 20 ff. BNatSchG) können dagegen eine starke negative Steuerungswirkung für PV-Freiflächenanlagen entfalten, wobei zwischen den verschiedenen Gebietskategorien des BNatSchG zu differenzieren ist. Auch wenn es oftmals auf die konkrete Ausgestaltung der jeweiligen Schutzgebietsverordnung im Einzelfall ankommt (vgl. § 22 Abs. 1 BNatSchG), wird bereits anhand der abstrakten Ausrichtung des jeweiligen Gebietstypus nach dem BNatSchG absehbar, inwiefern PV-Freiflächenanlagen verhindert werden können.

Naturschutzgebiete nach § 23 BNatSchG stellen die strengste Kategorie des Gebietsschutzes dar¹⁶⁶. Nach § 23 Abs. 2 BNatSchG sind alle Handlungen, die die reine Möglichkeit einer Zerstörung, Beschädigung, Veränderung oder nachhaltigen Störung des Naturschutzgebiets oder seiner Bestandteile begründen, verboten¹⁶⁷. Da dieses Veränderungsverbot nicht auf den konkreten, mit dem jeweiligen Naturschutzgebiet verfolgten Schutzzweck (vgl. § 23 Abs. 1 BNatSchG) bezogen und beschränkt ist, sondern generell jede Veränderung des Gebiets oder seiner Teile unterbindet, wird es oftmals als absolutes Veränderungsverbot bezeichnet¹⁶⁸. § 23 Abs. 2 S. 1 BNatSchG begründet das Veränderungsverbot dabei nicht aus sich heraus, sondern „nach Maßgabe näherer Bestimmungen“, d. h. entlang eines einzelnen Verbotsregimes, das im Rahmen der jeweiligen Unterschutzstellung zu etablieren ist. Die konkretisierende Ausgestaltung des § 23 Abs. 2 S. 1 BNatSchG hat dabei entlang der Wertung des Gesetzgebers zugunsten eines prinzipiell unbeschränkten Veränderungsverbots zu erfolgen, was bei der Unterschutzstellung regelmäßig den Erlass repressiver (Bau-)Verbote erfordert¹⁶⁹. Naturschutzgebiete stehen damit der Realisierung von PV-Freiflächenanlagen in den allermeisten Fällen entgegen¹⁷⁰.

Auch die Gebietskategorie der Nationalparke (§ 24 Abs. 1-3 BNatSchG) baut auf einem absoluten Veränderungsverbot auf¹⁷¹. Da zur Unterschutzstellung als Nationalpark überwiegende Teile des Gebiets nach § 24 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG die Voraussetzungen eines Naturschutzgebiets erfüllen müssen, werden Nationalparke auch als große Naturschutzgebiete bezeichnet¹⁷². Die vorausgesetzte Großräumigkeit der Nationalparks (vgl. § 24 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) führt jedoch dazu, dass von dem Veränderungsverbot aufgrund des rechtsstaatlichen Verhältnismäßigkeitsgrundsatzes Ausnahmen im Einzelfall möglich sein müssen, um

¹⁶⁶ Hendrichske, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 23 Rn. 1.

¹⁶⁷ Hendrichske, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 23 Rn. 31.

¹⁶⁸ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 23 Rn. 16.

¹⁶⁹ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 23 Rn. 21 f.

¹⁷⁰ Mengel/Hoheisel/Lukas, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 40.

¹⁷¹ Hendrichske, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 24 Rn. 1.

¹⁷² Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 24 Rn. 21.

insbesondere den Wirtschafts-, Verkehrs- und Versorgungsbedürfnissen der im Gebiet lebenden Bevölkerung zu entsprechen¹⁷³. Der Begriff der Ausnahme ist hierbei untechnisch als Milderung des Schutzregimes zu verstehen¹⁷⁴. Inwiefern eine solche geboten ist, bestimmt sich nach einer Abwägung zwischen den Belangen des Natur- und Landschaftsschutzes sowie den gegenläufig betroffenen privaten und öffentlichen Interessen¹⁷⁵. In diesem Zuge sind viele deutsche Nationalparks entsprechend § 22 Abs. 1 S. 3 Hs. 1 BNatSchG in verschiedene Zonen mit einem jeweils abgestuften Schutz gegliedert (Kern-, Entwicklungs-, Pflege- und ggf. Erholungszone)¹⁷⁶. Regelmäßig kommen Ausnahmen von dem Veränderungsverbot jedoch nur bei kaum beeinträchtigenden Nutzungsformen, wie etwa Dachphotovoltaikanlagen auf bestehenden Gebäuden, in Betracht¹⁷⁷. Für PV-Freiflächenanlagen geht demgegenüber auch von Nationalparks gemeinhin eine negative Steuerungswirkung im Sinne eines Ausschlusses der Flächen im Schutzgebiet für PV-Freiflächenanlagen aus.

Da nationale Naturmonumente nach § 24 Abs. 4 S. 2 BNatSchG wie Naturschutzgebiete zu schützen sind, verhindern auch sie in aller Regel den Zubau von PV-Freiflächenanlagen. Eine vergleichsweise großräumige negative Steuerungswirkung ergibt sich dabei daraus, dass in den Bundesländern Brandenburg, Hessen, Sachsen-Anhalt und Thüringen der Verlauf der ehemaligen innerdeutschen Grenze jeweils als „Grünes Band“ zum Nationalen Naturmonument erklärt wurde¹⁷⁸.

Landschaftsschutzgebiete (§ 26 BNatSchG) nehmen derzeit fast ein Drittel der Bundesfläche ein¹⁷⁹ und können zum Zweck des Schutzes von Naturhaushalt und Naturgütern, des Landschaftsbildes oder der Erholungsfunktion der Landschaft eingerichtet werden (vgl. § 26 Abs. 1 Nr. 1-3 BNatSchG). Die genauen Schutzwirkungen müssen dabei in der jeweiligen Schutzgebietsverordnung konkretisiert werden („nach Maßgabe näherer Bestimmungen“, § 26 Abs. 2 BNatSchG). Hierbei müssen die Verbotstatbestände in der Schutzgebietsverordnung stets auf den jeweiligen Schutzzweck einschließlich des Gebietscharakters des einzelnen Landschaftsschutzgebiets bezogen sein¹⁸⁰. Aufgrund der verfassungsmäßig gebotenen Verhältnismäßigkeit dürfen die Verbote, etwa für die Errichtung baulicher Anlagen, nicht weiter gehen, als dies zur Vermeidung einer Veränderung des jeweiligen Gebietscharakters oder einer Verletzung des spezifischen Schutzzwecks erforderlich ist¹⁸¹. Demnach kommen repressive Verbote nur dann in Betracht, wenn in jedem Fall von vornherein feststeht, dass die betreffende Handlung mit dem Gebietscharakter bzw. Schutzzweck unvereinbar ist¹⁸². Steht dies dagegen nicht schon unabhängig vom Einzelfall fest, kann nur ein präventives Verbot mit Erlaubnisvorbehalt statuiert werden¹⁸³. In diesem Zusammenhang können zur Vermeidung von Abwägungsfehlern Zonierungen der Landschaftsschutzgebiete vorgenommen werden (vgl. § 22 Abs. 1 S. 3 BNatSchG), die für einzelne Teilgebiete jeweils unterschiedliche

¹⁷³ *Hendrischke*, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 24 Rn. 42.

¹⁷⁴ *Heugel*, in: Lütkes/Ewer, BNatSchG, 2. Aufl. 2018, § 24 Rn. 14.

¹⁷⁵ BVerwG, Beschl. v. 23.07.2003 – 4 BN 40/03 –, juris Rn. 5; *Heugel*, in: Lütkes/Ewer, BNatSchG, 2. Aufl. 2018, § 24 Rn. 14.

¹⁷⁶ *Hendrischke*, in: Schlacke, GK-BNatSchG, 2. Aufl. 2017, § 24 Rn. 43.

¹⁷⁷ *Mengel/Hoheisel/Lukas*, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 62.

¹⁷⁸ *BfN*, Nationale Naturmonumente, <https://www.bfn.de/nationale-naturmonumente> (zuletzt aufgerufen am 30.11.2023).

¹⁷⁹ *BfN*, Landschaftsschutzgebiete in Deutschland, <https://www.bfn.de/daten-und-fakten/landschaftsschutzgebiete-deutschland> (zuletzt aufgerufen am 30.11.2023).

¹⁸⁰ *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 26 Rn. 16.

¹⁸¹ *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 26 Rn. 16.

¹⁸² Vgl. BVerwG, Urt. v. 12.07.1956 – I C 91.54, juris Rn. 10.

¹⁸³ *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 26 Rn. 16.

Schutzzwecke festschreiben¹⁸⁴. Die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen innerhalb eines Landschaftsschutzgebietes ist damit keinesfalls generell ausgeschlossen¹⁸⁵. Gleichwohl lassen sich aber in vielen Fällen zulässigerweise aus dem Gebietscharakter oder den besonderen Schutzzwecken weitreichende repressive Verbote für die Errichtung von baulichen Anlagen aller Art oder auch speziell PV-Freiflächenanlagen ableiten¹⁸⁶. Im Ergebnis kommt somit auch der Gebietskategorie der Landschaftsschutzgebiete eine erhebliche negative Steuerungswirkung für den Anlagenausbau zu, deren Bedeutung sich insbesondere aus der großräumigen Nutzung dieses Schutzgebietstyps ergibt. Eine anderweitige Sonderregelung, wie sie mit § 26 Abs. 3 BNatSchG für Windenergieanlagen besteht und für diese Landschaftsschutzgebiete weitergehend öffnet, ist derzeit für PV-Freiflächenanlagen nicht vorhanden¹⁸⁷.

Biosphärenreservate nach § 25 BNatSchG zielen auf die Gewährleistung eines harmonischen Miteinanders von Mensch und Natur ab, wobei ökologische, ökonomische und soziale Aspekte gleichermaßen zu berücksichtigen sind¹⁸⁸. Da § 25 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG auf die für Naturschutzgebiete und Landschaftsschutzgebiete geltenden Kriterien Bezug nimmt, handelt es sich um eine abgeleitete Gebietskategorie¹⁸⁹. Das beschriebene Schutzziel soll durch die Etablierung eines in Kern-, Pflege- und Entwicklungszonen abgestuften Schutzregimes erreicht werden (§ 25 Abs. 3 S. 1 BNatSchG). Da die Norm nur allgemein fordert, Biosphärenreservate „wie Naturschutzgebiete oder Landschaftsschutzgebiete zu schützen“, ist zwar teilweise unklar, welche der drei Zonen wie Naturschutzgebiete und welche wie Landschaftsschutzgebiete zu schützen sind¹⁹⁰. Für die hier thematisierte räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen ist dies jedoch nur am Rande relevant, da in jedem Fall auf die obigen Ausführungen zu Naturschutz- und Landschaftsschutzgebieten verwiesen werden kann. Demnach führt auch das Schutzregime der Biosphärenreservate regelmäßig zur Unzulässigkeit von PV-Freiflächenanlagen. Als Besonderheit ist jedoch zu beachten, dass im Einzelfall angesichts der Großräumigkeit der Biosphärenreservate und ihrer Einbeziehung besiedelter Gebiete aus Verhältnismäßigkeitsgründen Ausnahmen im Einzelfall möglich sein müssen¹⁹¹. Hierfür kann auf die insofern parallelen obigen Ausführungen zu Nationalparks verwiesen werden¹⁹², nach denen Ausnahmen tendenziell nur für kaum beeinträchtigende Nutzungsformen, d. h. nicht für PV-Freiflächenanlagen, in Betracht kommen.

Die Gebietskategorie der Naturparke (§ 27 BNatSchG) hat für die räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen nur eine geringe eigene Relevanz, da nach § 27 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG nur solche Gebiete zu großräumigen Naturparks zusammengefasst werden können, die bereits überwiegend Landschaftsschutzgebiete oder Naturschutzgebiete sind. Nichtsdestotrotz ist es aber zumindest möglich, dass eine Naturparkverordnung auf der

¹⁸⁴ Mengel/Hoheisel/Lukas, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 261 f.

¹⁸⁵ Maslato, Handbuch des Rechts der Photovoltaik, 3. Aufl. 2021, S. 93; vgl. Mengel/Hoheisel/Lukas, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 54.

¹⁸⁶ Vgl. Mengel/Hoheisel/Lukas, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 288 f.

¹⁸⁷ Vgl. allerdings die nunmehr im Rahmen des Solarpaket I geplante förderrechtliche Änderung, wonach Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten auch in Landschaftsschutzgebieten grundsätzlich förderfähig sein sollen, Gesetzentwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung, Art. 1 Nr. 28 zur Änderung von § 37c EEG 2023.

¹⁸⁸ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 25 Rn. 2.

¹⁸⁹ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 25 Rn. 8.

¹⁹⁰ Vgl. Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 25 Rn. 16.

¹⁹¹ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 35 Rn. 16.

¹⁹² Vgl. Albrecht, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2020, § 25 Rn. 27.

Grundlage der allgemeinen Vorschrift des § 22 Abs. 1 S. 2 BNatSchG eigene Verbote bzw. Erlaubnisvorbehalte vorsieht¹⁹³.

Gebiete, die dem europäischen Netz „Natura 2000“ unterfallen (§§ 31 ff. BNatSchG), dienen dem Schutz bedrohter Arten und Habitate. Das maßgebliche Schutzregime besteht aus der jeweiligen Schutzgebietsverordnung in Verbindung mit der präventiven Zulassungssperre des § 34 BNatSchG¹⁹⁴. Ergibt die hiernach durchzuführende Verträglichkeitsprüfung, dass das jeweilige Projekt das Schutzgebiet erheblich beeinträchtigen kann, kann es nur ausnahmsweise zugelassen werden, wenn es aus zwingenden Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses notwendig ist und zumutbare Alternativen zur Erreichung des Projektzwecks nicht gegeben sind (§ 34 Abs. 3 BNatSchG). Die Zulassung von PV-Freiflächenanlagen dürfte oftmals, selbst nachdem der Ausbau von Erneuerbare-Energien-Anlagen mit § 2 EEG 2023 und Art. 3 EU-Notfallverordnung einen relativen Gewichtungsvorrang genießt¹⁹⁵, jedenfalls am zweiten Erfordernis der Alternativenprüfung scheitern¹⁹⁶. Dieses stellt nach § 34 Abs. 3 Nr. 2 BNatSchG ein strikt zu beachtendes Vermeidungsgebot dar, bei dem bereits die Möglichkeit der Realisierung des Projektes an einem aus Naturschutzsicht günstigeren Standort zur Unzulässigkeit innerhalb des „Natura 2000-Gebietes“ führt¹⁹⁷. Einschränkung ist jedoch zu berücksichtigen, dass die sogenannte Nullvariante bzw. gänzliche Änderung des Projektes nicht verlangt werden kann und die dem Vorhabenträger abverlangten Vermeidungsanstrengungen mit dem möglichen, nach einer groben Analyse zu bestimmenden Vorteil für die Umwelt am anderen Standort abgewogen werden müssen¹⁹⁸.

Der naturschutzrechtliche Objektschutz (Naturdenkmäler nach § 28 BNatSchG sowie geschützte Landschaftsbestandteile nach § 29 BNatSchG) und der kleinräumige¹⁹⁹ Biotopschutz (§ 30 BNatSchG) können sich zwar auf die Art und Weise der Realisierung einzelner PV-Freiflächenanlagen auswirken, bleiben jedoch ohne nennenswerte Auswirkungen für die großflächige Steuerung des Freiflächenausbaus insgesamt²⁰⁰. Eine nähere Behandlung der Vorschriften unterbleibt deshalb an dieser Stelle.

Angesichts dessen, dass die soeben behandelten Gebietskategorien die Errichtung von PV-Freiflächenanlagen jedenfalls regelmäßig ausschließen, kann im Einzelfall zu diskutieren sein, ob eine Befreiung von den einschlägigen Verboten der Schutzgebietsverordnungen nach § 67 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BNatSchG möglich ist. Hierzu müsste die Befreiungserteilung aus Gründen des überwiegenden öffentlichen Interesses notwendig sein. Dieses kann für PV-Freiflächenanlagen mit Blick auf § 2 EEG 2023, der ein überragendes öffentliches Interesse für den Ausbau von EE-Anlagen und ihr Beitrag für die öffentliche Sicherheit normiert, bejaht werden²⁰¹. Zudem wird aber oftmals aus der Funktion der Befreiung, rechtliche Härten

¹⁹³ *Albrecht*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2020, § 27 Rn. 23.

¹⁹⁴ Vgl. *Lüttgau/Kockler*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, Vorbemerkung zu § 34.

¹⁹⁵ Befristet bis zum 30.06.2024 geht dem § 2 EEG 2023 insofern aber Art. 3 EU-Notfall-VO – mit praktisch identischem Regelungsgehalt – vor, Verordnung (EU) 2022/2577 des Rates vom 22. Dezember 2022 zur Festlegung eines Rahmens für einen beschleunigten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, ABI. EU Nr. L 335 v. 29.12.2022, S. 41; allg. zu § 2 EEG 2023 *Deutinger/Sailer*, Verfahrensrecht, Denkmalschutz und § 2 EEG 2023, ZNER 2023, S. 120 (124 ff).

¹⁹⁶ *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 226.

¹⁹⁷ *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 34 Rn. 36.

¹⁹⁸ *Maslato*, Handbuch des Rechts der Photovoltaik, 3. Aufl. 2021, S. 95.

¹⁹⁹ Vgl. *Heugel*, in: Lütke/Ewer, BNatSchG, 2. Aufl. 2018, § 30 Rn. 2.

²⁰⁰ Vgl. insofern auch *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 227.

²⁰¹ *Bader/Deißler/Weinke*, Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, ZNER 2022, S. 337 (342).

im Einzelfall abzufedern, gefolgert, dass zusätzlich zu diesem Kriterium ein atypischer Sonderfall vorliegen muss, der vom Normgeber im Zeitpunkt des Normerlasses, d. h. des Erlasses der jeweiligen Schutzgebietsverordnung, nicht vorausgesehen werden konnte²⁰². Über dieses weitere Kriterium wird die Befreiungserteilung für PV-Freiflächenanlagen auf wenige besonders gelagerte Fälle beschränkt und umgekehrt für den Großteil der „Standard-Fälle“ ausgeschlossen²⁰³. In Rede stehen dann nur etwa Konstellationen mit besonders alten Schutzgebietsverordnungen, bei deren Erlass der Normgeber das mittlerweile gestiegene öffentliche Interesse an der Energieerzeugung aus erneuerbaren Energien noch nicht in Betracht ziehen konnte²⁰⁴, wobei selbst dann nicht pauschal vom Vorliegen eines atypischen Sonderfalles ausgegangen werden kann²⁰⁵. Insgesamt bleibt abzuwarten, ob nach der Einführung des § 2 EEG 2023 PV-Freiflächenanlagen über den Befreiungstatbestand des § 67 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BNatSchG in größerem Ausmaß in Schutzgebieten zugelassen werden²⁰⁶. Andernfalls bleibt es bei der oben beschriebenen erheblichen negativen Steuerungswirkung, die von den Schutzgebietstypen im Regelfall für PV-Freiflächenanlagen ausgeht. Sofern beabsichtigt ist, diese negative Steuerungswirkung in Bezug auf einzelne Gebietskategorien für PV-Freiflächenanlagen einzuschränken, wären Sonderregelungen, wie der für Windenergieanlagen geltende § 26 Abs. 3 BNatSchG, notwendig.

²⁰² *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 67 Rn. 10.

²⁰³ Vgl. *Bader/Deißler/Weinke*, Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, ZNER 2022, S. 337 (343).

²⁰⁴ *Maslato*n, Handbuch des Rechts der Photovoltaik, 3. Aufl. 2021, S. 93; *Mengel/Hoheisel/Lukas*, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 330 ff.

²⁰⁵ *Mengel/Hoheisel/Lukas*, Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete, 2018, S. 332.

²⁰⁶ Verneinend *Bader/Deißler/Weinke*, Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, ZNER 2022, S. 337 (343).

Artenschutz

Eigenständige Bedeutung für die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen kann auch das Artenschutzrecht erlangen. Hier sind insbesondere die in § 44 Abs. 1 Nr. 1-3 BNatSchG normierten Zugriffsverbote, d. h. das Tötungs-, Störungs- und Schädigungsverbot, zu nennen.

Von einer Verletzung des Tötungsverbots (§ 44 Abs. 1 Nr. 1 BNatSchG) durch den Zubau von PV-Freiflächenanlagen ist, auch wenn die Auswirkungen der Anlagen auf die hiernach besonders geschützten Arten noch nicht erschöpfend erforscht sind²⁰⁷, derzeit nicht auszugehen. Insbesondere unterscheidet sich das Kollisionsrisiko für Vögel an PV-Freiflächenanlagen nach derzeitigem Kenntnisstand nicht von dem generell auch an anderen Hindernissen, wie etwa Gehölzen oder Gebäuden, bestehenden Kollisionsrisiko²⁰⁸. Der sogenannte Lake-Effekt, nach dem Vögel PV-Anlagen mit Wasserflächen verwechseln und sich bei versuchten Landungen auf den Anlagen verletzen²⁰⁹, konnte nicht beobachtet werden²¹⁰. Auch die Gefahr des versuchten „Durchfliegens“ der Module, wie etwa bei Glasscheiben, kann aufgrund der fehlenden Transparenz der Module und ihres Neigungswinkels sicher ausgeschlossen werden²¹¹.

Eine Störung wildlebender Tiere streng geschützter Arten während der Fortpflanzungs-, Aufzucht-, Mauser-, Überwinterungs- und Wanderungszeiten nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 BNatSchG liegt vor, wenn sich menschliche Handlungen auf das psychische Wohlbefinden eines Tieres beeinträchtigend auswirken und sich in Angst-, Flucht- und Schreckreaktionen äußern²¹². Blickt man nur auf die Betriebszeit von Freiflächenanlagen (im Gegensatz zu ihrer baumäßigen Errichtung), können Auslöser dabei optische Reize ebenso wie Trenn- oder Barriereeffekte sein²¹³. Die Erheblichkeit der Störung ist dabei nach § 44 Abs. 1 Nr. 2 Hs. 2 BNatSchG gegeben, wenn sich dadurch der Erhaltungszustand der lokalen Population einer Art verschlechtert.

Bezogen auf PV-Freiflächenanlagen konnte eine Störung von Vögeln durch Lichtreflexe oder Blendwirkungen allerdings nicht nachgewiesen werden²¹⁴. Gleichwohl ist in Einzelfällen denkbar, dass PV-Freiflächenanlagen durch ihre Sichtbarkeit Stör- und Scheuchwirkungen für typische Wiesenvögel oder in großer Zahl rastende Zugvögel entfalten (sogenannter Silhouetteneffekt)²¹⁵. Bestimmte Fledermausarten können abhängig von der jeweiligen räumli-

²⁰⁷ Vgl. KNE, KNE-Antwort 237, Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Fauna, 22.06.2020, <https://www.naturschutz-energiewende.de/fragenundantworten/237-auswirkung-pv-freiflaechenanlagen-fauna/> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).

²⁰⁸ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, BfN Skripte 247, 2009, S. 123.

²⁰⁹ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, BfN Skripte 247, 2009, S. 127.

²¹⁰ ARGE Monitoring PV-Anlagen, Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen, 28.11.2007, S. 26.

²¹¹ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, BfN Skripte 247, 2009, S. 124; vgl. hierzu auch ARGE Monitoring PV-Anlagen, Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen, 28.11.2007, S. 26.

²¹² Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 44 Rn. 10.

²¹³ Gellermann, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 44 Rn. 10.

²¹⁴ ARGE Monitoring PV-Anlagen, Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen, 28.11.2007, S. 26; vgl. Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, BfN Skripte 247, 2009, S. 81.

²¹⁵ ARGE Monitoring PV-Anlagen, Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen, 28.11.2007, S. 27; Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, BfN Skripte 247, 2009, S. 124.

chen Umgebung über PV-Freiflächenanlagen eine geringere Aktivität zeigen bzw. die Anlagenstandorte meiden²¹⁶. Daneben können sich für größere Tiere Barriereeffekte aus einer etwaigen Einzäunung der PV-Freiflächenanlagen ergeben. Gerade für Tiere mit großem Raumbedarf kann dies einen Entzug des Lebensraumes wie auch eine Zerschneidung von Verbundachsen oder Wanderkorridoren darstellen und insofern als Beeinträchtigung einzustufen sein²¹⁷. Abgesehen davon gibt es jedoch keine Hinweise darauf, dass eine grundsätzliche Meidung von PV-Freiflächenanlagen durch Groß- oder Mittelsäuger zu erwarten wäre²¹⁸. Im Ergebnis ist danach in Einzelfällen eine Verwirklichung des Störungsverbotes durch den Zubau von PV-Freiflächenanlagen denkbar. An dieser Stelle kann jedoch nicht näher beziffert werden, in welchem Ausmaß dadurch Flächenpotenziale für die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen ausgeschlossen werden.

Das Schädigungsverbot nach § 44 Abs. 1 Nr. 3 BNatSchG bezieht sich nicht auf wildlebende Tiere besonders geschützter Arten selbst, sondern ihre Fortpflanzungs- und Ruhestätten, worunter etwa Neststandorte, Brutplätze, Schlaf- und Sonnplätze sowie Sommer- und Winterquartiere fallen²¹⁹. Verboten sind neben der Beschädigung und vollständigen Zerstörung auch die Entnahme aus der Natur und das Entfernen vom Standort²²⁰. In Einzelfällen kann auch das Schädigungsverbot durch den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen verwirklicht werden. Denkbar ist etwa, dass der Aufstellbereich der Module und dessen Umfeld als Rast- und Nisthabitat für gegenüber Vertikalstrukturen besonders empfindliche Vogelarten in seinem Wert gemindert wird²²¹ und insofern eine Beschädigung der betreffenden Fortpflanzungs- und Ruhestätte in Form der mittelbaren Beeinträchtigung ihrer Funktion²²² vorliegt. Auch die entsprechenden Habitate von Feldhamstern und Zauneidechsen können womöglich beeinträchtigt werden²²³. Wiederum kann an dieser Stelle jedoch nicht näher beziffert werden, wie stark PV-Freiflächenanlagen hierdurch negativ räumlich gesteuert werden.

Zudem ist darauf hinzuweisen, dass PV-Freiflächenanlagen in Bezug auf die artenschutzrechtlichen Zugriffsverbote nach § 44 Abs. 5 S. 1 BNatSchG „privilegiert“ sein können, da sie bereits einem „planerischen Vorlauf“ unterliegen und einer behördlichen Zulassung (Baugenehmigung) bedürfen²²⁴. PV-Freiflächenanlagen, die auf der Grundlage eines Bebauungsplans oder im „unbeplanten“ Innenbereich (§ 34 BauGB) verwirklicht werden, fallen dabei stets unter die artenschutzrechtliche Privilegierung²²⁵. PV-Freiflächenanlagen, die als bauplanungsrechtlich privilegierte Vorhaben im Außenbereich (§ 35 BauGB) realisiert werden, sind dann artenschutzrechtlich privilegiert, wenn sie das Vermeidungsgebot des § 15 Abs. 1 BNatSchG wahren²²⁶. Die artenschutzrechtliche Privilegierung bedeutet für die sogenannten Verantwortungsarten nach § 44 Abs. 5 S. 2 BNatSchG ein verändertes Prüfprogramm (vgl.

²¹⁶ Szabadi et al., The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation, *Global Ecology and Conservation* 44/2023, S. 8; Tinsley et al., *Journal of Applied Ecology* 2023, S. 1752 (1756 f.).

²¹⁷ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, *Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen*, BfN Skripte 247, 2009, S. 123.

²¹⁸ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, *Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen*, BfN Skripte 247, 2009, S. 123.

²¹⁹ Gläß, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 27.

²²⁰ Gläß, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 31.

²²¹ Herden/Rassmus/Gharadjedaghi, *Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen*, BfN Skripte 247, 2009, S. 125.

²²² Vgl. Gläß, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 31.

²²³ Vgl. Maslaton, *Handbuch des Rechts der Photovoltaik*, 3. Aufl. 2021, S. 97.

²²⁴ Vgl. Gläß, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 64.

²²⁵ Vgl. § 44 Abs. 5 S. 1 BNatSchG i. V. m. § 18 Abs. 2 S. 1 Var. 1 BNatSchG sowie § 44 Abs. 5 S. 1 BNatSchG i. V. m. § 18 Abs. 2 S. 1 Var. 3 BNatSchG.

²²⁶ Vgl. Gellermann, in: Landmann/Rohmer, *Umweltrecht*, BNatSchG, 100. EL 2023, § 44 Rn. 47 sowie § 44 Abs. 5 S. 1 BNatSchG i. V. m. §§ 15 Abs. 1, 17 Abs. 1 BNatSchG.

§ 44 Abs. 5 S. 2 Nr. 1-3 BNatSchG) und die Möglichkeit, behördlicherseits vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen festzulegen und somit einen weiteren Weg zur Durchführung des Vorhabens zu öffnen²²⁷. Bei anderen besonders geschützten Arten liegt nach § 44 Abs. 5 S. 5 BNatSchG bereits kein Verstoß gegen ein Zugriffsverbot vor.

Unabhängig von der Privilegierung nach § 44 Abs. 5 BNatSchG kann für die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen im Einzelfall auch die Erteilung einer Ausnahme nach § 45 Abs. 7 S. 1 Nr. 4, 5, S. 2 BNatSchG sowie einer Befreiung nach § 67 Abs. 2 S. 1 Var. 2 BNatSchG in Betracht kommen. § 2 EEG führt hier bei der artenschutzrechtlichen Ausnahmeerteilung zwar zu einer Erleichterung, indem durch ihn im Regelfall ein Ausnahmegrund im Sinne des § 45 Abs. 7 Nr. 4 bzw. 5 BNatSchG vorliegt²²⁸. Da für die Ausnahmeerteilung aber noch weitere Voraussetzungen vorliegen müssen (§ 45 Abs. 7 S. 2 BNatSchG: Alternativenprüfung und keine Verschlechterung des Erhaltungszustands der Populationen einer Art), kann nicht davon ausgegangen werden, dass aufgrund des § 2 EEG nunmehr durchweg Ausnahmen für PV-Freiflächenanlagen rechtlich möglich sind²²⁹. Gleiches gilt im Ergebnis auch für Befreiungen nach § 67 Abs. 2 S. 1 Var. 2 BNatSchG, da dieser Befreiungstatbestand enger gefasst ist als der des § 67 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BNatSchG und nur ein Korrektiv für Fälle bietet, in denen aus verfassungsrechtlichen Gründen des Eigentumsschutzes eine Entscheidung zugunsten der Baufreiheit unbedingt geboten ist²³⁰.

Zusammenfassend lässt sich sagen, dass für PV-Freiflächenanlagen und ihre räumliche Steuerung aus dem Artenschutzrecht vor allem das Störungs- und Schädigungsverbot relevant sein können. Darüber, in welchem Ausmaß das Flächenpotenzial für den Anlagenausbau durch die artenschutzrechtlichen Verbotstatbestände eingeschränkt wird, kann an dieser Stelle keine konkrete Aussage getroffen werden.

Wasserrecht

Schwimmende PV-Anlagen unterliegen den zusätzlichen Anforderungen des WHG (siehe hierzu bereits oben Abschnitt 6.4.1). Von vornherein unzulässig sind solche Anlagen nach dem mit Geltung ab 01.01.2023 neu eingefügten § 36 Abs. 3 WHG²³¹ auf natürlichen Gewässern (dort Nr. 1). Auf künstlich oder erheblich veränderten Gewässern dürfen die Anlagen nach § 36 Abs. 3 Nr. 2 WHG ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes nicht mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche verdecken oder einen Abstand zum Ufer von weniger als 40 Meter aufweisen. Zusätzlich hierzu müssen etwaige ergänzende landesrechtliche Anforderungen und die Voraussetzungen des § 36 Abs. 1 WHG eingehalten werden²³².

Nach § 36 Abs. 1 S. 1 WHG sind die Anlagen so zu errichten, betreiben, unterhalten und stillzulegen, dass keine schädlichen Gewässerveränderungen gemäß § 3 Nr. 10 WHG zu erwarten sind und die Gewässerunterhaltung nicht mehr erschwert wird, als es den Umständen nach unvermeidbar ist. Der Begriff der schädlichen Gewässerveränderungen, der auf das Wohl der Allgemeinheit und die wasserrechtlichen Anforderungen bezogen ist, ist hierbei

²²⁷ Zu vorgezogenen Ausgleichsmaßnahmen siehe *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 44 Rn. 56.

²²⁸ Im Einzelnen siehe *Bader/Deißler/Weinke*, Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, ZNER 2022, S. 337 (343 f.); allg. *Deutinger/Sailer*, Verfahrensrecht, Denkmalschutz und § 2 EEG 2023, ZNER 2023, S. 120 (124 ff).

²²⁹ Vgl. *Bader/Deißler/Weinke*, Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien, ZNER 2022, S. 337 (344).

²³⁰ Vgl. *Teßmer*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2022, § 67 Rn. 14.

²³¹ BGBl. 2022, Teil I Nr. 28, 28.07.2022, S. 1309.

²³² So ausdrücklich die Gesetzesbegründung zur Neuschaffung des § 36 Abs. 3 WHG, BT-Drs. 20/1630, S. 253.

weit zu verstehen und erfasst insbesondere auch naturschutzrechtliche Belange²³³. Für die Beurteilung zu erwartender schädlicher Gewässeränderungen kommt es dabei regelmäßig auf ein hydrologisches Fachgutachten im Einzelfall an²³⁴, sodass an dieser Stelle keine abstrakten Aussagen über die räumliche Steuerungswirkung der Regelung getroffen werden können. Abhängig von den Umständen des Einzelfalls können sich schwimmende PV-Anlagen sowohl positiv auf das jeweilige Gewässer auswirken, indem sie es bspw. vor einer zu starken Erwärmung und Verdunstung im Sommer schützen, als auch zu negativen Veränderungen der Unterwasserflora und -fauna führen²³⁵.

Im Ergebnis ist damit festzuhalten, dass vornehmlich über den neu geschaffenen Ausschlussbestand des § 36 Abs. 3 WHG eine maßgebliche negative Steuerung von schwimmenden PV-Anlagen erzielt wird. Durch diesen wird insbesondere die Verwirklichung auf allen natürlichen Gewässern ausgeschlossen.

7.1.3.2 Zusammenspiel mit planungs- und förderrechtlicher Steuerung

Die genannten ordnungsrechtlichen Vorgaben des Naturschutzes sind mit dem Planungsrecht sowohl im Hinblick auf die privilegierten Anlagen, die über die planeretzenden Vorschriften des § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b), 9 BauGB verwirklicht werden, als auch die nicht privilegierten Anlagen, die auf der Grundlage eines Bebauungsplans zugelassen werden, verknüpft. Ein grundsätzlicher Konnex zwischen den beiden Rechtsbereichen wird für die privilegierten Anlagen über den öffentlichen Belang des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 5 BauGB hergestellt. Für die nicht privilegierten Anlagen erfolgt eine grundsätzliche Verbindung der beiden Rechtsbereiche über das Erfordernis der städtebaulichen Erforderlichkeit des jeweiligen Bebauungsplans (hier: Vollziehbarkeitsgebot) nach § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB, dessen Erfüllung unter anderem voraussetzt, dass die Realisierung eines in einem Bebauungsplan festgesetzten Vorhabens nicht gegen zwingende ordnungsrechtliche Vorgaben verstößt. Die Handhabung der Eingriffsregelung weicht von diesem grundsätzlichen Zusammenhang der beiden Rechtsbereiche ab, da für ihr Verhältnis zum Planungsrecht Sonderregelungen bestehen. Auf die damit angesprochenen Punkte wird im Folgenden näher eingegangen.

Den privilegierten Anlagen dürfen bei ihrer Zulassung nach § 35 Abs. 1 BauGB keine öffentlichen Belange entgegenstehen (siehe bereits oben Abschnitt 7.1.2.2). Der öffentliche Belang des Naturschutzes und der Landschaftspflege nach § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 5 BauGB wird durch das Bundesverwaltungsgericht so ausgelegt, dass er die gesamte naturschutzrechtliche Zulässigkeit des Vorhabens beinhaltet²³⁶. Können demnach naturschutzrechtliche Verbote nicht im Wege der naturschutzrechtlichen Ausnahme- oder Befreiungserteilung überwunden werden, ist das hiernach naturschutzrechtlich unzulässige Vorhaben auch bauplanungsrechtlich gesehen unzulässig²³⁷. Verfahrensrechtlich hat die Baugenehmigungsbehörde jedenfalls hinsichtlich der Eingriffsregelung nach § 18 Abs. 3 S. 1 BNatSchG das Benehmen der zuständigen Behörde für Naturschutz und Landschaftspflege einzuholen²³⁸.

²³³ *Pauli/Tritschler*, Schwimmende Photovoltaikanlagen und ihre Genehmigungsvoraussetzungen, *BauR* 2020, S. 1710 (1711).

²³⁴ *Haller*, Wasserrechtliche Zulassung von Photovoltaikanlagen auf Gewässern, *VBIBW* 2021, S. 309 (314); *Pauli/Tritschler*, Schwimmende Photovoltaikanlagen und ihre Genehmigungsvoraussetzungen, *BauR* 2020, S. 1710 (1711 f.).

²³⁵ *Haller*, Wasserrechtliche Zulassung von Photovoltaikanlagen auf Gewässern, *VBIBW* 2021, S. 309 (314 f.).

²³⁶ BVerwG, Urt. v. 27.06.2013 – 4 C 1/12, juris Rn. 6.

²³⁷ *Mitschang/Reidt*, in: *Battis/Krautzberger/Löhr*, *BauGB*, 15. Aufl. 2022, § 35 Rn. 83.

²³⁸ Vgl. *Maslaton*, *Handbuch des Rechts der Photovoltaik*, 3. Aufl. 2021, S. 100; vgl. auch § 69 Abs. 1 S. 1 Hs. 1 Musterbauordnung (MBO).

Auf die Bebauungsplanung für nicht privilegierte Freiflächenanlagen wirken sich die ordnungsrechtlichen Vorgaben des Naturschutzrechts darüber aus, dass dem jeweiligen Bebauungsplan die städtebauliche Erforderlichkeit gemäß § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB fehlt, falls er aufgrund entgegenstehender naturschutzrechtlicher Verbote nicht vollzogen bzw. tatsächlich umgesetzt werden kann²³⁹. Obwohl die Bebauungsplanung an sich als reine Planung zwar noch keine naturschutzrechtlichen Verbote verletzt²⁴⁰, wirkt somit die absehbare Unzulässigkeit der geplanten PV-Freiflächenanlagen, die durch naturschutzrechtliche Verbote bedingt ist, auf die Planungsebene zurück. Als Resultat ist damit bereits bei der Bebauungsplanung zumindest überschlägig zu prüfen, ob naturschutzrechtliche Vorgaben der Realisierung der angedachten PV-Freiflächenanlagen entgegenstehen würden²⁴¹. Etwas anderes kann sich nur dann ergeben, wenn zum Zeitpunkt der Planung bereits eine abstrakte „Ausnahme- oder Befreiungslage“ von dem jeweils relevanten naturschutzrechtlichen Verbot erkennbar ist, in die dann „hineingeplant“ werden kann²⁴². In einem solchen Fall ist ein Bebauungsplan, obwohl die geplante Freiflächenanlage den Tatbestand eines naturschutzrechtlichen Verbots erfüllt, dennoch nach § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB städtebaulich erforderlich, da das in Rede stehende Verbot im Wege der Ausnahme- bzw. Befreiungserteilung überwunden und der Bebauungsplan somit schlussendlich doch vollzogen werden kann. Als weitere Möglichkeit, Bebauungspläne nicht an der fehlenden städtebaulichen Erforderlichkeit scheitern zu lassen, hat das BVerwG für Landschaftsschutzgebiete sogenannte Öffnungsklauseln in den Schutzgebietsverordnungen anerkannt, nach denen Flächen innerhalb eines Landschaftsschutzgebiets nicht mehr zu dessen Bestandteilen zählen, sobald sie mit einem Bebauungsplan überplant werden²⁴³.

Gegenüber diesem grundsätzlichen Zusammenhang zwischen ordnungsrechtlichen Naturschutzvorgaben und dem Planungsrecht bestehen für die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung Besonderheiten. Diese beziehen sich auf nicht privilegierte PV-Freiflächenanlagen und rühren daher, dass die Eingriffsregelung nach § 1a Abs. 3 BauGB vollständig der planerischen Abwägung nach § 1 Abs. 7 BauGB unterstellt wird, während § 18 Abs. 2 S. 1 Var. 1 BNatSchG gleichzeitig anordnet, dass die Eingriffsregelung bei der Vorhabenzulassung auf der Grundlage von Bebauungsplänen nicht anwendbar ist (siehe oben Abschnitt 7.1.2.1 „Bauleitplanung“). Als Effekt hieraus wird die Eingriffsregelung vollständig auf der Ebene der Bebauungsplanung abgearbeitet und bleibt für die nachfolgenden einzelnen Vorhabenzulassungen außer Betracht. Im Ergebnis wird damit im Rahmen der Bebauungsplanung für nicht privilegierte PV-Freiflächenanlagen abschließend und mit einem planerischen Wertungsspielraum über den Eingriffsausgleich entschieden.

Im Hinblick auf nicht privilegierte PV-Freiflächenanlagen bleibt es dagegen bei dem beschriebenen Konnex zwischen naturschutzrechtlicher Eingriffsregelung und Bauplanungsrecht über den öffentlichen Belang des § 35 Abs. 3 S. 1 Nr. 5 BauGB. § 18 Abs. 2 S. 2 Alt. 1 BNatSchG stellt hier ausdrücklich klar, dass die Geltung der Eingriffsregelung für die Prüfung der Zulässigkeit eines Vorhabens im Außenbereich nach § 35 BauGB unberührt bleibt. Dies hat zur Konsequenz, dass privilegierte Freiflächenanlagen, die über § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b)

²³⁹ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1 Rn. 40.

²⁴⁰ Vgl. für den Artenschutz *Gläß*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 66 f.

²⁴¹ So in Bezug auf den Artenschutz *Gläß*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 67.

²⁴² Siehe etwa in Bezug auf Landschaftsschutzgebiete *Gellermann*, in: Landmann/Rohmer, Umweltrecht, BNatSchG, 100. EL 2023, § 26 Rn. 26 und im Hinblick auf das Artenschutzrecht *Gläß*, in: Giesberts/Reinhardt, BeckOK Umweltrecht, BNatSchG, 67. Edition 2023, § 44 Rn. 68.

²⁴³ BVerwG, Beschl. v. 20.05.2003 – 4 BN 57/02, juris Rn. 13.

bzw. Nr. 9 BauGB verwirklicht werden, strikt an die ordnungsrechtlichen Vorgaben der Eingriffsregelung gebunden sind. Nicht-privilegierte Anlagen, für die ein Bebauungsplan aufgestellt wird, müssen die Vorgaben der §§ 13-17 BNatSchG dagegen nicht unbedingt als striktes Recht einhalten, sofern die Gemeinde in der Abwägung andere Belange gegenüber dem Naturschutz vorzieht.

Einen weiteren Sonderfall im Verhältnis zwischen Naturschutzrecht und Planungsrecht stellt der Umgang mit Natura 2000-Gebieten dar, der speziell in § 1a Abs. 4 BauGB normiert ist. § 1a Abs. 4 BauGB stellt klar, dass die §§ 31 ff. BNatSchG anzuwenden sind, sobald durch die Bebauungsplanung ein Natura 2000-Gebiet in seinen für die Erhaltungsziele oder den Schutzzweck maßgeblichen Bestandteilen erheblich beeinträchtigt werden kann²⁴⁴ und normiert damit, dass bereits bei der Bebauungsplanung ggf. eine Verträglichkeitsprüfung (§ 34 Abs. 1 BNatSchG) sowie Ausnahmeprüfungen (§ 34 Abs. 3 BNatSchG) durchzuführen sind²⁴⁵. Anders als die Vorschriften der Eingriffsregelung können die Voraussetzungen nach § 34 BNatSchG damit nicht im Wege der planerischen Abwägung überwunden werden²⁴⁶. Dies gilt nach dem oben zur städtebaulichen Erforderlichkeit eines Bebauungsplans Gesagten im Ergebnis ohnehin für die Vorgaben sämtlicher naturschutzrechtlicher Gebietskategorien. Jedoch bewirkt die explizite Normierung in § 1a Abs. 4 BauGB, dass im Hinblick auf Natura 2000-Gebiete nicht der dogmatische „Umweg“ über die Vorschrift des § 1 Abs. 3 BauGB gegangen werden muss.

Schließlich stellt das Artenschutzrecht teilweise unmittelbar selbst auf das Planungsrecht ab und knüpft hieran ggf. tatbestandliche Erleichterungen. Konkret sieht § 44 Abs. 5 S. 1 i. V. m. § 18 Abs. 2 S. 1 BNatSchG eine artenschutzrechtliche Privilegierung für solche Vorhaben vor, die auf der Grundlage eines Bebauungsplans umgesetzt werden. Grund hierfür ist, wie beschrieben (siehe oben Abschnitt 7.1.3.1 „Artenschutz“), der mit der Bebauungsplanung bereits erfolgte „planerische Vorlauf“, in dessen Rahmen bereits eine gewisse räumliche Koordinierung mit den Belangen des Artenschutzes stattfindet.

Das Zusammenspiel zwischen Naturschutzrecht und Förderrecht ist demgegenüber weniger diffizil ausgestaltet. Rein rechtlich betrachtet ist das Naturschutzrecht unterschiedslos auf geförderte wie nicht geförderte PV-Freiflächenanlagen anzuwenden. Nur soweit die Förderatbestände ein Bebauungsplanerfordernis vorsehen (vgl. § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023) kommen durch diese Verweisung die soeben beschriebenen Effekte im Zusammenspiel zwischen Naturschutzrecht und Planungsrecht – insofern mittelbar – zum Tragen. Tatsächlich betrachtet sind hinsichtlich der Förderkulisse des § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023 und den hiernach erfassten vorbelasteten Flächen größere Konflikte mit dem Naturschutzrecht eher nicht zu erwarten; eine Ausnahme könnten allerdings die sog. Konversionsflächen sein (§ 37 Abs. 1 Nr. 2b EEG 2023), soweit sich hier bereits im Zuge der Konversion Biotopstrukturen entwickelt und geschützte Arten angesiedelt haben; in Einzelfällen kann dies zudem auch auf anderen Flächentypen der Fall sein.

Auch das Zusammenspiel der behandelten wasserrechtlichen Norm des § 36 Abs. 3 WHG mit dem Planungs- und Förderrecht gestaltet sich vergleichsweise übersichtlich: Entsprechend zu den obigen Ausführungen würde ein Bebauungsplan, der schwimmende PV-Anlagen in Widerspruch zu § 36 Abs. 3 WHG, etwa auf natürlichen Gewässern, ausweist, mangels seiner Vollziehbarkeit am Erforderlichkeitskriterium des § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB scheitern;

²⁴⁴ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1a Rn. 36.

²⁴⁵ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1a Rn. 37 ff.

²⁴⁶ *Dirnberger*, in: Spannowsky/Uechtritz, BeckOK BauGB, 59. Edition 2021, § 1a Rn. 40.

gleichzeitig sind nach § 37 Abs. 1 Nr. 2 lit. j) EEG 2023²⁴⁷ schwimmende PV-Anlagen in Übereinstimmung mit § 36 Abs. 3 WHG nur auf künstlichen oder erheblich veränderten Gewässern förderfähig.

7.1.4 Vorlage eines „Gestaltungskonzepts“ durch den Betreiber nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023

Nach § 6 Abs. 1, 3 EEG 2023 dürfen die Betreiber von PV-Freiflächenanlagen den betroffenen Gemeinden einseitige Zuwendungen von insgesamt 0,2 Cent pro Kilowattstunde für die tatsächlich eingespeiste Strommenge anbieten. Die Regelung ist als freiwillige Beteiligungsmöglichkeit ausgestaltet und hat den Zweck, durch die Ermöglichung einer direkten finanziellen Beteiligung der Gemeinden die lokale Akzeptanz von Freiflächenanlagen zu erhöhen²⁴⁸.

Aus Naturschutzsicht ist relevant, dass die Gemeinden den Abschluss der Vereinbarung über die besagten Zuwendungen davon abhängig machen dürfen, dass der Anlagenbetreiber ein Konzept, das fachlichen Kriterien für die naturschutzverträgliche Gestaltung von Freiflächenanlagen entspricht, vorgelegt oder nachgewiesen hat, dass die Umsetzung dieser Kriterien nicht möglich ist (§ 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023).

7.1.4.1 Naturschutzverträgliche Anlagengestaltung als Bedingung für die finanzielle Beteiligung der Gemeinde

Ausweislich der Gesetzesbegründung soll die Regelung in § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 sicherstellen, dass die von PV-Freiflächenanlagen in Anspruch genommenen Standorte als artenreiches Grünland entwickelt werden²⁴⁹. Die durch die Gemeinden standortspezifisch zu entwerfenden Kriterien zur naturschutzverträglichen Anlagengestaltung sollen insofern die allgemeinen naturschutzrechtlichen Voraussetzungen ergänzen²⁵⁰. Nach der Vorstellung des Gesetzgebers empfiehlt es sich für die Gemeinden, auf allgemein bewährte Kriterien zurückzugreifen. Maßgeblich sind nach der Gesetzesbegründung insofern etwa die Hinweise des Kompetenzzentrums Naturschutz und Energiewende (KNE) zur Optimierung des Artenschutzes in Solarparks²⁵¹. Diese Hinweise beziehen sich nicht nur auf die Ausgestaltung einzelner Anlagen, sondern auch auf Fragen der Standortwahl²⁵², was von der Gesetzesbegründung explizit in Bezug genommen wird²⁵³. Hiernach sind die „fachlichen Kriterien für die naturschutzverträgliche Gestaltung von Freiflächenanlagen“ nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 also insofern weit zu verstehen, als dass sie neben Vorgaben für die Anlagenausführung am jeweiligen Standort auch Fragen der Standortwahl selbst betreffen können.

Da § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 fakultativ ausgestaltet ist, hängt der erzielbare Effekt für die räumliche Steuerung des Anlagenausbaus vollständig davon ab, ob und inwiefern die Gemeinden von der Norm Gebrauch machen. Weiterhin erscheint unklar, wie stark der Steuerungseffekt durch die Kriterien für die Naturschutzverträglichkeit, so sie denn aufgestellt werden, tatsächlich ausfällt. Denn Rechtsfolge der Regelung ist lediglich, dass die Gemeinden

²⁴⁷ Nach dem aktuellen Gesetzesentwurf der Bundesregierung zum sog. Solarpaket I sollen Floating-PV-Anlagen nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. f) EEG 2023 verschoben werden.

²⁴⁸ Schulz, in: Säcker/Steffens, Berliner Kommentar zum Energierecht, EEG, 5. Aufl. 2022, § 6 Rn. 8 f.

²⁴⁹ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

²⁵⁰ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

²⁵¹ BT-Drs. 20/1630, S. 175; das von der Gesetzesbegründung in Bezug genommene Dokument ist *KNE*, Wie Sie den Artenschutz in Solarparks optimieren, Hinweise zum Vorgehen für kommunale Akteure, Januar 2022, <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/wie-sie-den-artenschutz-in-solarparks-optimieren/> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).

²⁵² *KNE*, Wie Sie den Artenschutz in Solarparks optimieren, Hinweise zum Vorgehen für kommunale Akteure, Januar 2022, <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/wie-sie-den-artenschutz-in-solarparks-optimieren/> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 4 f.

²⁵³ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

den Abschluss einer Vereinbarung über ihre finanzielle Beteiligung am eingespeisten Strom aus der Anlage deshalb verweigern dürfen, weil die Naturschutzkriterien nicht erfüllt werden bzw. nicht nachgewiesen wird, dass sie nicht erfüllbar wären. Ob dieses „Drohpotenzial“ im Einzelfall ausreicht, um tatsächlich allein über § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 eine räumliche Steuerung insbesondere privilegierter Anlagen zu bewirken, kann kaum abstrakt festgestellt werden. Bemerkenswert ist jedoch, dass die Gemeinden im Falle der Einlösung des Drohpotenzials auf die finanzielle Teilhabe verzichten müssten, die § 6 EEG 2023 ansonsten ermöglicht. Schon insoweit besteht ein deutlicher Anreiz für die Kommunen, die Möglichkeiten des § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 nicht allzu streng zu handhaben. Auch ist zu berücksichtigen, dass sich die Höhe der finanziellen Teilhabe auf Grundlage des § 6 EEG 2023 in Cent pro Kilowattstunde produzierten Stroms bemisst. Soweit Maßnahmen i. S. v. § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 sich negativ auf den Stromertrag von Anlagen ausweisen, haben die Gemeinden auch insoweit einen Anreiz, diese nicht einzufordern.

7.1.4.2 Zusammenspiel mit ordnungs-, planungs- und förderrechtlicher Steuerung

Wie bereits angesprochen, soll § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 nach der Gesetzesbegründung das naturschutzrechtliche Ordnungsrecht ergänzen. Beispielhaft genannt werden in der Gesetzesbegründung insofern Vorgaben für Blühprogramme, eine extensive Beweidung und eine späte hohe Mahd²⁵⁴. Der Sache nach besteht damit vor allem ein Bezug zur naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung, während Aspekte des Gebiets- und Artenschutzes eher weniger berührt sind. Im Hinblick auf die Ausgestaltung und Bewirtschaftung einzelner Anlagen an einem spezifischen Standort dürften sich die Kriterien nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 oftmals mit den Anforderungen der Vermeidungspflicht nach § 15 Abs. 1 BNatSchG überschneiden. Letztere beschränken sich nach dem Bundesverwaltungsgericht nicht auf ein schlichtes Unterlassen bestimmter Maßnahmen, sondern können gerade auch die Durchführung weiterer Maßnahmen, wie bspw. ökologische Flutungen, gebieten²⁵⁵. Das Vermeidungsgebot zielt nämlich nicht auf die Vermeidung des Eingriffs an sich, sondern die Vermeidung der nachteiligen Eingriffsfolgen ab²⁵⁶.

Bei Maßnahmen, mit denen ein ökologischer Mehrwert im Vergleich zum Ausgangszustand erzielt werden soll, fehlt jedoch der eingriffsfolgenverhindernde Charakter, sodass diese nicht unter das Vermeidungsgebot und dessen Ausrichtung auf die Erhaltung des Status Quo der gegebenen Situation²⁵⁷ fallen. Insofern können die Gemeinden gemäß § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 Kriterien aufstellen, die über die Vermeidungspflicht nach § 15 Abs. 1 BNatSchG hinausgehen. Zudem muss die jeweilige Vermeidungsmaßnahme nach § 15 Abs. 1 S. 2 BNatSchG zumutbar, d. h. im Hinblick auf die angestrebte Eingriffsverringerung verhältnismäßig sein²⁵⁸, während für die Wahl der Kriterien im Rahmen des § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 angesichts der Freiwilligkeit der Vereinbarungen Verhältnismäßigkeitsgesichtspunkte nicht in vergleichbarer Weise zu berücksichtigen sind. Denn die Rechtsfolge der Erfüllung bzw. Nichterfüllung der Kriterien betrifft, wie gesehen, nicht die rechtliche Zulässigkeit der Anlage, sondern lediglich die Möglichkeit der finanziellen Beteiligung der Gemeinde. Insofern wird die jeweilige Gemeinde die Anforderungen schon deshalb nicht überdehnen, weil und soweit sie an einer finanziellen Teilhabe interessiert ist.

²⁵⁴ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

²⁵⁵ BVerwG, Beschl. v. 19.09.2014 – 7 B 7/14, juris Rn. 15.

²⁵⁶ BVerwG, Beschl. v. 19.09.2014 – 7 B 7/14, juris Rn. 14.

²⁵⁷ BVerwG, Beschl. v. 19.09.2014 – 7 B 7/14, juris Rn. 16.

²⁵⁸ Dazu siehe *Guckelberger/Singler*, Aktuelle Entwicklungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung unter besonderer Berücksichtigung von Anlagen für erneuerbare Energien, NuR 2016, S. 1 (7).

Weiterhin können die naturschutzfachlichen Kriterien nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 im Hinblick auf die Standortwahl zumindest im Ausgangspunkt eine eigenständige Bedeutung erfahren, da im Rahmen der Eingriffsregelung nach § 15 Abs. 1 S. 2 BNatSchG keine Prüfung von Standortalternativen erfolgt (siehe oben unter 7.1.3.1 „Eingriffs-Ausgleichs-Regelung“). Insgesamt ist jedoch nochmals darauf hinzuweisen, dass die potenzielle Steuerungswirkung voll und ganz von der konkreten Ausgestaltung der Kriterien durch die Gemeinden abhängt, wobei zusätzlich unklar ist, wie stark die Lenkungswirkung, selbst wenn die Gemeinden entsprechende Kriterien festlegen, tatsächlich ausfällt.

Aus bauplanungsrechtlicher Perspektive ist bezüglich der Standortsteuerung zwischen privilegierten und nicht privilegierten PV-Freiflächenanlagen zu unterscheiden. Bei nicht privilegierten Anlagen verfügt die Gemeinde aufgrund des Bebauungsplanerfordernisses ohnehin schon über eine umfassende „Veto-Position“ für die Anlagenrealisierung, die sich gerade auch auf die Standortwahl bezieht (vgl. oben Abschnitt 7.1.2.1). In diesem Zusammenhang stellen manche Gemeinden sogenannte Kriterienkataloge für die Ausübung ihres Planungsermessens nach § 1 Abs. 3 S. 1 BauGB auf, die vollkommen unabhängig von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 bereits Kriterien für die Standortwahl von PV-Freiflächenanlagen enthalten. Im Übrigen kann die Gemeinde auch ohne solche Kriterienkataloge die Aufstellung für einen PV-Bebauungsplan schlicht verweigern, sofern sie naturschutzfachliche Bedenken gegen die geplante Anlage am jeweiligen Standort hat. Im Ergebnis erweitert § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 die Möglichkeiten der Gemeinde für die Standortwahl nicht privilegierter PV-Freiflächenanlagen damit in keiner Weise. Hinsichtlich der planungsrechtlichen Vorgaben zur Anlagenausführung an einem bestimmten Standort können viele naturschutzfachliche Vorgaben für nicht privilegierte Vorhaben (bspw. zum Reihenabstand der Module) bereits über die umfangreichen Festsetzungsmöglichkeiten für das Maß der baulichen Nutzung in Bebauungsplänen getroffen werden (siehe oben Abschnitt 7.1.2.1 „Bauleitplanung“). Darüber hinausgehende Vorgaben für die Bewirtschaftung der Anlage (bspw. extensive Beweidung oder späte hohe Mahd) können in begleitenden städtebaulichen Verträgen geregelt werden (vgl. § 11 Abs. 1 S. 2 Nr. 2 BauGB). Somit hat § 6 Abs. 4 S. 2 EEG auch für die Ausführung und Bewirtschaftung nicht privilegierter Freiflächenanlagen keinen maßgeblichen eigenen Regelungsbe-
reich²⁵⁹.

Bei privilegierten PV-Freiflächenanlagen können die Gemeinden zwar im Ausgangspunkt über § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 Kriterien für die Standortwahl aufstellen, die sie anderenfalls angesichts der Ersatzplanung durch den Gesetzgeber in Form der Privilegierung nicht formulieren könnten. Ob diese Kriterien für die Standortwahl jedoch tatsächlich eine effektive räumliche Steuerungswirkung innerhalb der privilegierten Flächenkulisse (derzeit die „Randstreifen“ entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB sowie hofnahe Agri-PV-Anlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB) entfalten, ist aufgrund der genannten Aspekte unklar. Insbesondere besteht unabhängig von der Erfüllung der Kriterien ein Rechtsanspruch auf die Erteilung einer Baugenehmigung für eine privilegierte Anlage. Die Steuerungswirkung der Kriterien nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 für die Anlagenausführung und -bewirtschaftung am jeweiligen Standort bleibt ebenso schwer abzuschätzen.

²⁵⁹ Eigene Relevanz entfaltet § 6 Abs. 4 S. 2 EEG nur in den bei Freiflächenanlagen sehr seltenen Fällen, dass bereits ein PV-Bebauungsplan vorhanden ist und die Gemeinde nunmehr nachträglich naturschutzfachliche Anforderungen für die Anlagenbewirtschaftung treffen will. Denn dann scheidet ein städtebaulicher Vertrag aufgrund des bereits bestehenden Anspruchs des Vorhabenträger auf Zulassung aus dem vorhandenen Bebauungsplan aus, § 11 Abs. 2 S. 2 BauGB.

Die förderrechtlichen Regelungen des EEG 2023 sind in keiner Weise an die finanzielle Beteiligung der Gemeinde bzw. die Erfüllung der naturschutzfachlichen Kriterien nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG rückgebunden. So können PV-Freiflächenanlagen durchaus die etwaigen naturschutzfachlichen Kriterien der Gemeinden verfehlen und dennoch durch das EEG gefördert werden. Die gesetzgeberische Wertung, den Anlagenausbau durch die EEG-Förderung in bestimmter Weise zu lenken, und der Anreiz, durch die Erfüllung gemeindlicher naturschutzfachlicher Kriterien die Gemeinde finanziell zu beteiligen und somit die Akzeptanz der Anlage vor Ort zu erhöhen, können demzufolge auseinanderfallen.

7.2 Bewertung der theoretischen Steuerungswirkungen des Rechtsrahmens und Schlussfolgerungen

Die Vielfalt möglicher Fallgestaltungen macht allgemeingültige Aussagen über die Steuerungswirkungen des geltenden Rechtsrahmens mit Blick auf einen naturverträglichen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen schwierig. Die vorstehende Analyse erlaubt jedoch heuristische Aussagen zu dessen theoretischer Steuerungswirkung hinsichtlich unterschiedlicher, praktisch relevanter Fallgruppen²⁶⁰ und vermag es insbesondere herauszuarbeiten, welche dieser Fallgruppen von der Abnahme förderrechtlicher Steuerungsleistung betroffen sind und welche Kompetenzträger mittels welcher der ihnen zur Verfügung stehenden Instrumente überhaupt in Betracht kommen, dies kompensatorisch aufzufangen. Auf dieser Grundlage sind dann wiederum Schlussfolgerungen für Optionen zur Weiterentwicklung des Rechtsrahmens möglich.

Überblick über die Steuerungswirkungen

Um die unterschiedlichen theoretischen Steuerungswirkungen förder-, planungs- und ordnungsrechtlicher Steuerung mit Blick sowohl auf die naturverträgliche Standortwahl als auch die naturverträgliche Ausgestaltung von Freiflächenanlagen am Standort bewerten zu können, soll nachfolgend entsprechend der bereits oben aufgezeigten Differenzierungen²⁶¹ grundlegend zwischen verschiedenen Fallgruppen unterschieden werden, um die in diesen Fällen jeweils einschlägigen rechtlichen Steuerungsimpulse herauszuarbeiten. Dies soll die Aufbereitung des gegenwärtigen Rechtsrahmens insoweit ergänzen, da das darin beschriebene Nebeneinander verschiedener rechtlicher Instrumente verdeckt, dass in vielen Fällen nur einzelne dieser Instrumente auch von tatsächlicher Bedeutung sind, während andere nicht anwendbar sind oder aufgrund einer Überlagerung schlicht keinen Effekt haben dürften.

Um die tatsächlichen Steuerungsimpulse herauszuarbeiten, soll zunächst zwischen förderbedürftigen Freiflächenanlagen einerseits und förderfreien Anlagen andererseits unterschieden werden. Unter dem Begriff der förderbedürftigen Anlagen werden hier – trotz aller Unschärfen – solche Anlagen verstanden, die tatsächlich auf die Förderung nach dem EEG angewiesen sind, um die Wirtschaftlichkeit der Vorhaben zu gewährleisten und damit eine Entscheidung der Vorhabenträger, sich von den Vorgaben des EEG zu lösen, keine praktisch verfügbare Option darstellt. Innerhalb beider Gruppen – der förderbedürftigen und der förderfreien Anlagen – ist zudem zwischen bebauungsplanerisch gesteuerten Anlagen einerseits und gesetzgeberisch über planersetzende Privilegierungen gesteuerte Anlagen andererseits zu differenzieren, da nur im ersten Fall die Kommunen im aktuellen Rechtsrahmen

²⁶⁰ Zu Wert und Grenzen solcher „Forschungsheuristiken“ *Voßkuhle*, in: Voßkuhle/Eifert/Möllers, Grundlagen des Verwaltungsrechts, Band 1, 3. Aufl. 2022, § 1 Rn. 26 ff. Zu den rechtlichen Steuerungsmaßstäben u. a. der Effektivität, der Effizienz und der Transparenz siehe *Kersten*, in: Kahl/Ludwigs, Hdb. Des Verwaltungsrechts, Band 1, 2021, § 25 Rn. 14, 16.

²⁶¹ Siehe oben unter Abschnitt 7.

einen effektiven Steuerungszugriff besitzen und insoweit eine kompensatorische Funktion haben könnten.

Zwar gelten die ordnungsrechtlichen Vorgaben des Naturschutzrechts zunächst unterschiedslos für die vorstehend benannten Fallgruppen, so dass insoweit von einem stets vorhandenen Steuerungsimpuls ausgegangen werden könnte. Die ordnungsrechtlichen Regelungen stellen in diesem Sinne einen äußeren Rahmen dar, innerhalb dessen sich die Steuerung durch andere Instrumente zu bewegen hat. Die Steuerungswirkung des Ordnungsrechts und damit seine tatsächliche Bedeutung unterscheidet sich jedoch insbesondere zwischen förderbedürftigen Anlagen einerseits und förderfreien Anlagen andererseits.

Für Freiflächenanlagen, die weiterhin auf Förderung nach dem EEG angewiesen sind, stellt nämlich bislang nicht das Ordnungsrecht, sondern die förderrechtliche Flächenkulisse weiterhin den stärksten Steuerungsimpuls dar. Durch die bisherige förderrechtliche Lenkung von Anlagen in erster Linie auf vorbelastete Flächen spielen die ordnungsrechtlichen Regelungen hier tatsächlich nur eine eingeschränkte Rolle, da die wesentliche Koordinierung der Standortwahl zur Vermeidung von Konflikten mit dem Flächennaturschutz auf nicht ordnungsrechtlich geschützte ökologisch hochwertigere, weil unbelastete Standorte doch bereits über die ökonomische Anreizsteuerung des Förderrechts bewirkt wird. Gleichwohl dient auch hier das Ordnungsrecht (insbesondere das Artenschutzrecht und der Biotopschutz sowie die Eingriffsregelung) als standortbezogen wirkendes „Auffangnetz“ für Konstellationen, in denen trotz der förderrechtlichen Vorsteuerung und abstrakten Selektion der Förderkulisse ein naturverträglicher Zubau an den förderfähigen Standorten ansonsten nicht gewährleistet wäre. Inwieweit die Bedeutung des Förderrechts durch die geplante Ausweitung der Förderkulisse im Rahmen des Solarpakets I relativiert und die ordnungsrechtliche Steuerung an Bedeutung gewinnt, muss weitergehenden Analysen vorbehalten bleiben. Einerseits soll das Förderrecht danach weiterhin die naturschutzrechtlich geschützten Gebiete von der Förderung grundsätzlich ausnehmen,²⁶² jenseits dessen dürfte die Ausweitung der Förderung von Anlagen in benachteiligten Gebieten²⁶³ aber zu einer stärkeren Aktivierung der übrigen ordnungsrechtlichen Vorgaben führen.

Im Bereich förderfreier Anlagen, die den Restriktionen des Förderrechts bei der Standortauswahl nicht unterliegen, bestehen demgegenüber hinsichtlich der naturverträglichen Steuerung allein Unterschiede geringeren Umfangs zwischen förderfreien Anlagen, die auf Grundlage eines Bebauungsplans realisiert, und solchen, die auf Grundlage von planerisierenden Privilegierungsregelungen umgesetzt werden. Grundsätzliche Geltung beanspruchen die ordnungsrechtlichen Vorgaben in beiden Fällen, indem sie die planerische Freiheit der Gemeinden begrenzen bzw. im Rahmen der Zulassung nach § 35 BauGB zu beachten sind. Für planerisch gesteuerte Anlagen sehen die Eingriffsregelung und in stark abgeschwächter Form auch das Artenschutzrecht jedoch in unterschiedlichem Maße gewisse Privilegierungen vor, so dass die planerische Steuerung hier punktuell stärker in den Vordergrund, die ordnungsrechtlichen Vorgaben hinsichtlich ihrer Steuerungsintensität ein wenig in den Hintergrund treten.

²⁶² Vgl. allerdings Gesetzentwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung, wonach eine Förderung von Anlagen auf Ackerland und Grünland in Landschaftsschutzgebieten in benachteiligten Gebieten eröffnet wird, solange Länder nicht im Verordnungswege die Opt-out-Regelung des geplanten § 37c Abs. 2 Nr. 2 EEG 2023 aktivieren.

²⁶³ Vgl. noch einmal die im Rahmen des Solarpakets I geplante Umstellung von § 37c EEG 2023 von einer Opt-in zu einer Opt-out-Regelung.

Auch die planungsrechtlichen Steuerungswirkungen lassen sich entlang der dargelegten Differenzierungen unterscheiden. Als „Planung der Planung“²⁶⁴ begrenzt die Raumordnung vielfach in negativer Hinsicht – neben ordnungsrechtlichen Vorgaben – die Spielräume der kommunalen Bauleitplanungsträger und entfaltet ihre Wirkung nach § 35 Abs. 3 S. 2 Hs. 1 BauGB auch gegenüber privilegierten Außenbereichsvorhaben. Im Bereich förderbedürftiger, planungsrechtlich gesteuerter Anlagen verengt die Raumordnung die schon förderrechtlich selektierte Flächenkulisse weiter und begrenzt damit die Auswahl möglicher Flächen und Standorte durch die Kommunen im Rahmen ihrer Bauleitplanung. Im Bereich förderfreier Anlagen stellt die Raumordnung dagegen neben dem Ordnungsrecht das erste grobe Raster der Gebietsauswahl überhaupt dar und filtert in erster Linie negativ schutzwürdige Flächen aus, die dann – je nach Bindungsintensität – auch der kommunalen Planung nicht mehr oder nur noch mit entsprechendem Begründungsaufwand zur Verfügung stehen. Während die Gemeinden als Träger der Bauleitplanung damit bei förderbedürftigen Freiflächenanlagen die Flächenauswahl sowohl im Rahmen der förderrechtlichen Flächenkulisse als auch der raumordnerischen Ausschlüsse vollziehen müssen, haben sie für förderfreie Anlagen die Restriktionen der Raumordnung und des insofern relevanteren Gebietsschutzes zu beachten.

Im Falle von privilegierten Freiflächenanlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB besteht dagegen kein Unterschied zwischen förderbedürftigen und förderfreien Anlagen, da die Privilegierung ohnehin allein förderfähige vorbelastete Flächen entlang von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen betrifft. Negative raumordnerische und bauleitplanerische Vorgaben schließen dagegen einzelne privilegierte Standorte aus. Anders ist dies im Falle von privilegierten Agri-PV-Anlagen nach § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB, für die zumindest die förderrechtlichen Anforderungen nach § 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. a) bis c) EEG 2023 bzw. § 48 Abs. 1 Nr. 5 lit. a) bis c) EEG 2023 eine steuernde Wirkung entfalten und mit den materiellen Kriterien des Privilegierungstatbestands (Größenbeschränkung; räumlich funktionaler Zusammenhang etc.) zusammenwirken.

Mit Blick auf die naturverträgliche Ausgestaltung von Freiflächenanlagen am jeweiligen Anlagenstandort ist die Unterscheidung von förderbedürftigen und förderfreien Anlagen dagegen schließlich von geringerer Bedeutung. Zwar müssen im Ausgangspunkt allein förderbedürftige Agri-PV-Anlagen den im Förderrecht verankerten Erfordernissen der DIN SPEC 91434 insbesondere mit Blick auf die zulässige landwirtschaftliche Nutzung genügen; diese Anforderungen werden durch den Verweis auf das Förderrecht in § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB aber auf privilegierte Anlagen allgemein übertragen. Anderweitige Regelungen hinsichtlich der naturverträglichen Ausgestaltung der Anlagen selbst unterscheiden damit in erster Linie danach, ob die Anlagen auf der Grundlage eines Bebauungsplans zugelassen werden oder nicht. Zwar besteht in beiden Fällen insbesondere ein Zusammenspiel der Eingriffsregelung einerseits und Konzepten zur naturverträglichen Anlagengestaltung im Sinne von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 andererseits. Im Falle von bebauungsplanerisch gesteuerten Anlagen haben die Gemeinden gleichwohl einen deutlich größeren Einfluss darauf, in welchem Maße aus der Eingriffsregelung und zudem auch aus den Festsetzungen des Bebauungsplans Anforderungen für die Vorhabenträger hinsichtlich der naturverträglichen Ausgestaltung folgen.

Bewertung der Steuerungswirkungen

Der vorstehende Überblick über die Steuerungswirkungen zeigt aus Steuerungssicht ein für den naturverträglichen Ausbau von PV-Freiflächenanlagen problematisches Bild auf. Mit

²⁶⁴ Vgl. *Kümper*, in: *Kment, ROG mit Landesplanungsrecht*, 1. Aufl. 2019, A. Einleitung Rn. 7.

dem Verlust der förderrechtlichen Steuerungswirkungen in einer zunehmenden Zahl von Fällen hängt die naturverträgliche Standortsteuerung immer stärker davon ab, dass diese über andere Instrumente und durch andere Akteure erreicht wird. Da die einheitlich geltenden ordnungsrechtlichen Vorgaben insoweit aber allein einen flächenhaften oder auch nur punktuellen Ausschluss besonders schützenswerter Standorte bewirken, ist eine Kompensation des Steuerungsverlusts im geltenden Recht fast ausschließlich mithilfe planungsrechtlicher Steuerung möglich. Da die planungsrechtliche Steuerung im Rahmen des Ordnungsrechts eine relativ große planerische Freiheit besitzt und hier jeweils eigenständige Raumplanungsträger im Rahmen ihrer Planungshoheit agieren,²⁶⁵ ist jedoch zu erwarten, dass die Flächensicherung und Standortwahl in den Regionen und Kommunen wie schon bislang²⁶⁶ hinsichtlich der angelegten Kriterien für die Standortsteuerung, aber auch hinsichtlich des positiv oder negativ umgrenzten Umfangs der Flächenbereitstellung auf äußerst unterschiedliche Weise erfolgen wird.

Für die Raumordnung kommt hinzu, dass sie in ihrer Steuerungsintensität im Vergleich mit derjenigen der förderrechtlichen Steuerung förderbedürftiger Anlagen begrenzt ist. Während es sich bei der förderrechtlichen Steuerung insoweit um eine „Schwarz-Weiß-Steuerung“ handelt, weil förderbedürftige Anlagen tatsächlich nur im Rahmen der Förderkulisse realisierbar, im Übrigen aber faktisch ausgeschlossen sind, ist eine raumplanerische „Schwarz-Weiß-Planung“ der Raumordnung auf Grundlage des Raumordnungsgesetzes des Bundes verwehrt.²⁶⁷ Die Raumordnung kann damit im Wesentlichen eine punktuelle Negativsteuerung vornehmen, indem besonders sensible Bereiche für PV-Freiflächenanlagen gesperrt werden bzw. Flächen für anderweitige Raumnutzungen und -funktionen gesichert werden, die mit der PV-Nutzung unvereinbar sind.

Auch die Fähigkeit der kommunalen Bauleitplanung zu einer Schwarz-Weiß-Planung in dem Sinne, dass Freiflächenanlagen allein dort zulässig sind, wo die Kommune entsprechende Standorte in einem Bebauungsplan festsetzt, überall sonst aber ausgeschlossen sind, ist durch die Einführung zweier Privilegierungsregelungen begrenzt. Zwar öffnet sowohl § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB als auch § 35 Abs. 1 Nr. 9 BauGB Flächen, deren Förderfähigkeit nach EEG überwiegend gegeben ist und bleibt hinter der Reichweite der Förderkulisse entlang von Autobahnen und Schienenwegen gar zurück.²⁶⁸ Nichtsdestotrotz wird hierdurch aber auch die Fähigkeit der Kommunen beschränkt, standortübergreifende Zusammenhänge in einer planerischen Steuerung zu berücksichtigen oder auch Anlagengrößen und das Maß an PV-Nutzung in einem Gemeindegebiet insgesamt zu begrenzen. Da beide Privilegierungen nicht unter den Vorbehalt kommunaler Steuerung gestellt wurden,²⁶⁹ sind die Kommunen auch nicht in der Lage, die Privilegierungswirkungen durch die Bereitstellung alternativer Standorte abzuwenden.

Insgesamt steht die naturverträgliche Standortsteuerung damit je nach Konstellation – förderbedürftige oder förderfreie Anlagen einerseits, raumplanerisch oder mithilfe planerisetzender Regelungen gesteuerte Anlagen andererseits – unter unterschiedlichen Vorbehalten. Sie

²⁶⁵ Auf die ambivalente Rolle der Gemeinden bei Ausübung ihrer Bauleitplanung weist hin *Ellinghaus*, Wenn Kommunen planen: Schutz der Umwelt vor den oder durch die Gemeinden? EurUP 2019, S. 306 (310).

²⁶⁶ *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 162.

²⁶⁷ Siehe hierzu bereits oben unter 7.1.2.1.

²⁶⁸ Gem. § 37 Abs. 1 Nr. 2 lit. c) EEG 2023 sind Flächen entlang solcher Infrastrukturen bis zu einer Entfernung von 500 Metern förderfähig, während die Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB nur bis zu einer Entfernung von 200 Metern reicht.

²⁶⁹ Zur Konzeption einer kommunalen Steuerungsmöglichkeit bei Privilegierungen siehe *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergie recht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 23 ff. sowie unten unter 7.3.3.

ist – je nach dem – von unterschiedlichen Akteuren abhängig, die zudem über unterschiedlich wirksame Instrumente verfügen. Die Naturverträglichkeit der Steuerung ist damit nicht von der Bedeutung der jeweiligen Anlage für Naturhaushalt und Landschaftsbild abhängig, sondern von naturschutzfremden Parametern, wie unter anderem der Wirtschaftlichkeit der Anlagen, lokalen Interessen oder gesetzgeberischen Entscheidungen zur Stärkung landwirtschaftlicher Interessen mittels planungsrechtlicher Privilegierungsregelungen.

Auch hinsichtlich der Anlagen- und Standortgestaltung bestehen unterschiedliche Einflussmöglichkeiten in Abhängigkeit von Fallkonstellationen, deren Unterschiede gerade nicht in deren verschiedener naturschutzfachlicher Relevanz liegen. Vielmehr ist auch hier maßgeblich, ob es sich um planerisch oder mittels planeretzender Regelungen gesteuerte Anlagen handelt und deshalb insbesondere die Eingriffsregelung in unterschiedlichem Maße Anwendung findet. Nicht nur ist es aber problematisch, dass mit der Bebauungsplanung, der Eingriffsregelung sowie den Konzepten für die naturverträgliche Anlagengestaltung nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023, die Kommunen im Zusammenhang ihrer finanziellen Teilhabe von den Anlagenbetreibern einfordern können gleich drei unterschiedliche, teils nebeneinander einschlägige Regelungen mit eigenen Steuerungsmodi bestehen, um weitestgehend dieselbe Fragestellung zu adressieren. Vielmehr erscheint es auch unausgereift, dass den Kommunen, die für die Vorgaben zur Anlagen- und Standortgestaltung im Rahmen von Bebauungsplanung und § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 zuständig sind, durch die Teilhaberegelung des § 6 Abs. 2 EEG 2023 ein Anreiz gesetzt wird, solche Anforderungen an die naturverträgliche Anlagen- und Standortgestaltung zu unterlassen, welche einen negativen Einfluss auf die am Standort zu erzielende Strommenge haben.

7.3 Betrachtung von Optionen für eine Weiterentwicklung des Rechtsrahmens

7.3.1 Die Naturverträglichkeit des Ausbaus der Freiflächenphotovoltaik im Ausgleich mit anderweitigen Zielsetzungen

Die Naturverträglichkeit stellt eine von mehreren Anforderungen an den Ausbau der Photovoltaik dar. Im Interesse des Klimaschutzes und der Versorgungssicherheit ist es erforderlich, dass der Ausbaupfad nach § 4 Nr. 3 EEG 2023 eingehalten wird, und zwar sowohl hinsichtlich der Mengen als auch der zeitlichen Zielmarken. Dem energiewirtschaftlichen Zieldreieck nach § 1 Abs. 1 EnWG bzw. § 1 Abs. 3 EEG 2023 lässt sich zudem das Erfordernis der Kostengünstigkeit des Ausbaus entnehmen, das angesichts aktueller Diskussionen um hohe Strompreise kaum an Gewicht verlieren dürfte. Voraussetzung für einen gelingenden Ausbau auf der Freifläche ist schließlich auch die Akzeptanz der Menschen vor Ort.

Zwar enthält der Ausbaupfad des § 4 Nr. 3 EEG 2023 keinerlei Aussage darüber, welcher Anteil der zu installierenden Leistung auf der Freifläche und welcher als Dachanlagen auszuführen ist.²⁷⁰ Kostengünstigkeit der Freiflächenphotovoltaik und der geringere Personalaufwand für deren Installation sprechen aber dafür, dass die Dynamik in diesem Segment höher sein dürfte. Die Bundesregierung hat zum Ausdruck gebracht, dass sie von einer etwa

²⁷⁰ Dies soll im Zuge des Solarpakets I nunmehr geändert werden, vgl. Gesetzentwurf der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung, Art. 1 Nr. 3 zur Änderung von § 4 EEG 2023.

hälftigen Aufteilung der Mengen zwischen Freiflächen und Dächern ausgeht²⁷¹. Mit rechtlichen Regelungen wurde diese Zielsetzung aber bislang nicht unterlegt.²⁷²

Vor dem Hintergrund der vorstehenden Anforderungen an den Freiflächenausbau sollen nachfolgend Optionen für die Weiterentwicklung des Rechtsrahmens aufgezeigt werden, die einen Ausgleich zwischen den unterschiedlichen Zielen ermöglichen und nicht allein die Optimierung der Naturverträglichkeit zum Gegenstand haben. Legt man das Ziel eines ausreichenden und fristgemäßen Ausbaus der Photovoltaik zugrunde, sollte eine Weiterentwicklung des rechtlichen Rahmens zur Stärkung der Naturverträglichkeit des Ausbaus darauf abzielen, einen möglichst großen Anteil dieses Zubaus auf möglichst naturverträgliche Weise zu erreichen. Dies setzt es voraus, dass entsprechende Konzepte gerade auch für Flächeneigentümer und Vorhabenträger hinreichend attraktiv sind, damit sie in möglichst großer Zahl zur Umsetzung kommen. Das Erfordernis der Naturverträglichkeit sollte mithin nicht zuletzt über (finanzielle und nicht-finanzielle) Anreize und solche Vorgaben im rechtlichen Rahmen stärker als bislang implementiert werden, die den weiteren fristgemäßen Ausbau der Freifläche als solchen nicht in Frage stellen oder verzögern.

7.3.2 Neujustierung förderrechtlicher Steuerung

Die abnehmende Steuerungswirkung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes bietet Anlass dazu, die Möglichkeiten und Grenzen einer naturverträglichen Standortsteuerung über das Förderrecht zu überdenken und der förderrechtlichen Steuerung insgesamt eine neue Ausrichtung zu geben. Zwar bestehen auch grundsätzliche Einwände gegen eine naturverträgliche Steuerung mit den Mitteln des Förderrechts, wie das Fehlen einer Vollzugsbehörde,²⁷³ die fehlende Legalisierungsfunktion einer behördlichen Genehmigung, eine gewisse Pauschalität der förderrechtlichen Tatbestände²⁷⁴ und der Umstand, dass in Folge der Zuständigkeit der Zivilgerichte oftmals Unstimmigkeiten bei der Auslegung naturschutzbezogener Rechtsbegriffe entstehen, deren Verständnis ansonsten durch die Verwaltungsgerichte geprägt ist²⁷⁵. Gleichwohl erscheint es aus Naturschutzsicht deshalb nicht geboten, die bisherigen Regelungen in der Flächenkulisse zu streichen, da jedenfalls nicht erkennbar ist, dass diese zu Fehlsteuerungen geführt haben.

Bei der Weiterentwicklung des Rechts zum Zwecke einer naturverträglichen Steuerung sollte das Förderrecht unter Berücksichtigung der vorstehenden Einwände allerdings nur noch insoweit in den Blick genommen werden, als förderbedürftige Anlagenkonzepte Gegenstand sind, die weiterhin überhaupt für förderrechtliche Steuerungsimpulse erreichbar sind, ohne

²⁷¹ BMWK, Photovoltaik-Strategie, Handlungsfelder und Maßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der Photovoltaik, Stand 05.05.2023, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 5 f.

²⁷² Auch wenn sich dies nunmehr ebenfalls ändern soll, dürften die vorstehend getroffenen Feststellungen hierdurch doch nicht grundsätzlich in Frage gestellt werden, vgl. die im Solarpaket I nunmehr geplanten Regelungen, die etwa eine Realisierung von Parkplatz-PV-Anlagen begünstigen sollen nach § 37d EEG 2023 in Art. 1 Nr. 28 des Gesetzentwurfs der Bundesregierung eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeugung.

²⁷³ Anders als bei ordnungsrechtlichen Regelungen wirkt das Förderrecht in erster Linie auf die privatrechtlichen Rechtsbeziehungen zwischen Anlagenbetreibern und Netzbetreibern ein. Den Netzbetreibern kommt hier die Aufgabe zu, regulatorische Maßgaben als Voraussetzungen von an sie gerichtete Ansprüche zu überprüfen.

²⁷⁴ Diese Pauschalität ist wiederum durch das Fehlen entsprechender Vollzugsbehörden bedingt, da die Regelungen für die beteiligten Akteure noch vollziehbar sein müssen.

²⁷⁵ Siehe hierzu oben 7.1.1.3 sowie mit Nachweisen zu der Diskussion *Wegner*, Ausschreibungen nach EEG und Naturschutz, in: Mengel, Naturschutz im Kontext von Klimawandel und Energiewende, 2021, S. 87 (92 f.).

dass die Förderung erheblich erhöht werden müsste.²⁷⁶ Zudem könnte erwogen werden, die Flächenkulisse vor allen Dingen für solche förderbedürftigen Anlagenkonzepte zu erweitern, deren Realisierung auch unter Naturschutzgesichtspunkten (regelmäßig) positiv ist, etwa weil damit eine ökologische Aufwertung des jeweiligen Standorts einhergeht. Soweit solche Anlagenkonzepte besonders gefördert werden sollen, sind jedoch die Maßgaben des europäischen Beihilferechts zu beachten, da hier zur Förderung des EE-Ausbaus zum Zwecke des Klimaschutzes der weitere Zweck der Förderung einer ökologischen Aufwertung von Standorten hinzuträte.

Zuletzt diskutiert wurden in diesem Sinne insbesondere die Schaffung eines eigenen Typus der extensiven Agri-PV²⁷⁷ sowie einer Biodiversitäts-PV²⁷⁸ ohne landwirtschaftlichen Bezug; im Gesetzentwurf zum „Solarpaket I“ ist mit § 37 Abs. 1 Nr. 2 lit. j) i. V. m. § 94 EEG 2023-Entwurf ein eigener Fördertatbestand für die Biodiversitäts-PV vorgesehen²⁷⁹. Beide Typen scheinen in Abhängigkeit von ihrer konkreten Ausgestaltung²⁸⁰ grundsätzlich dafür geeignet, jedenfalls regelmäßig zu einer ökologischen Aufwertung von Standorten beizutragen. Mehr noch gilt dies für das Konzept der extensiven Agri-PV, da dieses definitionsgemäß auf Flächen umgesetzt werden soll, die zuvor intensiv landwirtschaftlich genutzt wurden.²⁸¹ Vorteilhaft scheint im Falle der extensiven Agri-PV zudem noch, dass hiermit die in der Praxis bestehende Herausforderung adressiert wird, landwirtschaftliche Flächen für PV-Nutzungen zu sichern. Anders als bei anderen Konzepten sollen die Flächen bei der extensiven Agri-PV ihren Landwirtschaftsstatus behalten, was sich sowohl auf ihre Förderfähigkeit unter den Regeln der Gemeinsamen Agrarpolitik als auch hinsichtlich der späteren Wiederaufnahme einer landwirtschaftlichen Nutzung positiv auswirken soll.²⁸² Folgt man dem oben formulierten Gedanken, dass es bei der Anpassung des Rechtsrahmens darum gehen sollte, einen möglichst

²⁷⁶ Eine signifikante Erhöhung der Förderung läuft dem Ziel einer kostengünstigen Stromversorgung zuwider, so dass entsprechende Überlegungen hier nicht weiter verfolgt werden. Die im Solarpaket I nunmehr geplanten Boni für extensive Agri-PV-Anlagen und die Schaffung einer Verordnungsermächtigung für Biodiversitäts-PV-Anlagen liegen durchaus auf dieser Linie, hierzu sogleich.

²⁷⁷ BDEW, Positionspapier - Flächenkonkurrenzen reduzieren, Synergien nutzen: 12 Impulse, um die Potenziale von Agri-PV und anderen besonderen Solaranlagen zu heben, 25.05.2023, <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/12-impulse-um-die-potenziale-von-agri-pv-zu-heben/> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023), S. 13 f.; BNE, Gesetzesvorschläge für eine an landwirtschaftlicher Nutzung orientierten Biodiversitäts-PV als extensive Form der Agri-PV - PV-FFA im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität, 20.06.2023, https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/Gesetzesvorschl%C3%A4ge_Extensive_Agri-PV_EEG_GAPDZV.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).

²⁷⁸ Eine in sich geschlossene Definition eines solchen Anlagentypus existiert bislang – soweit ersichtlich – nicht. Verschiedene Leitfäden sehen jedoch Anforderungen an die ökologische Gestaltung von Freiflächenanlagen vor, auf die hier verwiesen werden kann, vgl. KNE, Kriterien für eine naturverträgliche Gestaltung von Solar-Freiflächenanlagen, 14.09.2021, S. 1 ff.; LfU Bayern – Bayerisches Landesamt für Umwelt, Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen, 2014, S. 16 ff.;

²⁷⁹ BReg, Entwurf eines Gesetzes zur Änderung des Erneuerbare-Energien-Gesetzes und weiterer energiewirtschaftsrechtlicher Vorschriften zur Steigerung des Ausbaus photovoltaischer Energieerzeuger, 16.08.2023, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/20230816-entwurf-eines-gesetzes-zur-aenderung-des-erneuerbare-energien-gesetzes.pdf?__blob=publicationFile&v=8, S. 14, 24 f.

²⁸⁰ Zu möglichen (weiteren) Anforderungen an Flächenkulisse, Anlagenkonfiguration und Naturschutzmaßnahmen bei solchen Anlagen vergleiche oben unter Abschnitt 5.3.

²⁸¹ BNE, Gesetzesvorschläge für eine an landwirtschaftlicher Nutzung orientierte Biodiversitäts-PV als extensive Form der Agri-PV, PV-FFA im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität, 20.06.2023, https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/Gesetzesvorschl%C3%A4ge_Extensive_Agri-PV_EEG_GAPDZV.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 13.

²⁸² BNE, Gesetzesvorschläge für eine an landwirtschaftlicher Nutzung orientierte Biodiversitäts-PV als extensive Form der Agri-PV, PV-FFA im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität, 20.06.2023, https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/Gesetzesvorschl%C3%A4ge_Extensive_Agri-PV_EEG_GAPDZV.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 4 f.; Unternehmensinitiative „Biodiversitätsfördernde Agri-PV“, PV-Freifläche im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität, 13.07.2023, https://www.arge-netz.de/fileadmin/user_upload/presse/_20230622_Unternehmenspapier-komprimiert.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 5.

großen Anteil des Freiflächenzubaus möglichst naturverträglich zu gestalten, scheint dieses Konzept letztlich besser geeignet, eine größere Verbreitung zu finden, sofern reine Biodiversitäts-PV-Konzepte, die keine landwirtschaftliche Nutzung der Flächen vorsehen, nicht mittels anderweitiger Anreize attraktiver gemacht werden. Trotzdem könnte auch dieses Konzept gerade dort einen Anwendungsbereich finden, wo Flächen aus Naturschutzsicht noch weitergehend aufgewertet werden müssten, um die Öffnung dieser Flächen überhaupt zu rechtfertigen. Dies könnten beispielsweise Flächen innerhalb von Landschaftsschutzgebieten sein, wobei zu berücksichtigen ist, dass auch in diesen Gebieten regelmäßig landwirtschaftliche Nutzungen stattfinden, sodass auch hier das Konzept der extensiven Agri-PV regelmäßig zu ökologischen Aufwertungen führen würde²⁸³. Mit dem Ziel des Landschaftsbildschutzes stünden allerdings auch Freiflächenkonzepte regelmäßig in Konflikt.

7.3.3 Weiterentwicklung der Privilegierung von PV-FFA für einen naturverträglichen Ausbau

Um aber auch auf die Naturverträglichkeit solcher Anlagenkonzepte Einfluss zu nehmen, die bereits heute oder in naher Zukunft nicht länger für Impulse des Förderrechts erreichbar sind, braucht es anderweitige Instrumente. Mit dem Instrument der Außenbereichsprivilegierung bietet sich ein Ansatzpunkt für den Gesetzgeber, um Mindestkriterien für die Naturverträglichkeit von PV-Freiflächenanlagen festzuschreiben. Der Gesetzgeber hatte von diesem Instrument zuletzt etwa unter anderen Vorzeichen beim Erlass der Privilegierung längs von Autobahnen und Schienenwegen nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB Gebrauch gemacht. In der begleitenden Diskussion ist deutlich geworden, dass es hier jedoch einer differenzierten Betrachtung bedarf. Es kann nicht um die undifferenzierte Einführung einer allgemeinen Außenbereichsprivilegierung gehen, sollen nicht hinsichtlich der Einbeziehung der Kommunen, der Akzeptanz vor Ort und auch der naturverträglichen Standortsteuerung Nachteile entstehen oder etwa – wie beim Windenergieausbau beobachtet – erst durch die Einführung einer Privilegierung weitreichende Beschränkungen des Zubaus durch die Raumordnung provoziert werden. Der neue § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB, der vor dem Hintergrund der gegenwärtigen Versorgungskrise zum Zwecke der Beschleunigung des kurzfristigen Zubaus von Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen eingeführt wurde²⁸⁴, berücksichtigt zwar insofern naturschutzfachliche Kriterien, als dass er den Ausbau auf vorbelastete Flächen längs von Autobahnen und bestimmten Schienenwegen lenkt. Darüber hinaus könnten in einen Privilegierungstatbestand aber auch konkrete Anforderungen an die Ausgestaltung und den Betrieb der Freiflächenanlagen aufgenommen werden. Eine Ausweitung des Privilegierungstatbestandes oder ein weiterer solcher Tatbestand zur Erreichung der Ausbauziele des § 4 Nr. 3 EEG 2023 könnte insofern direkt mit der Erfüllung naturschutzfachlicher Mindestkriterien verbunden werden. Dabei ist zu berücksichtigen, dass solche Kriterien notwendig gewisse Pauschalisierungen enthalten müssen, um die Zulassungsverfahren nicht zu überfrachten und vollzugstauglich zu bleiben.

Die Steuerungswirkung eines solchen Privilegierungstatbestands ergäbe sich im Gegensatz zum Förderrecht, das auf die Gewährung eines unmittelbaren finanziellen Vorteils setzt, aus der erleichterten planungsrechtlichen Umsetzbarkeit der privilegierten Vorhaben (vgl. oben Abschnitt 7.1.2.2). Sofern ein Vorhaben unter den Privilegierungstatbestand fällt, da es auf

²⁸³ Mit dem Solarpaket I könnte der Gesetzgeber indes noch weiter gehen und eine Förderung in Landschaftsschutzgebieten für benachteiligte Gebiete generell eröffnen und den Ländern insoweit nur eine Opt-out-Möglichkeit eröffnen. Eine mit § 26 Abs. 3 BNatSchG vergleichbare Regelung, die Windenergievorhaben in Landschaftsschutzgebieten ordnungsrechtlich sehr weitgehend für zulässig erklärt, scheint derzeit für PV-Freiflächenanlagen indes nicht konkret beabsichtigt.

²⁸⁴ Vgl. BT-Drs. 20/4704, S. 1; BT-Drs. 20/4227, S. 10.

den tatbestandlich erfassten Flächen und unter Einhaltung der normierten naturschutzfachlichen Mindestvoraussetzungen realisiert werden soll, wird dem Vorhabenträger das zeit- und typischerweise auch kostenaufwendige Bebauungsplanverfahren erspart. Dieser Anreiz bleibt aus Sicht des Vorhabenträgers auch im Fall der Wirtschaftlichkeit von nicht geförderten PV-Freiflächenanlagen bestehen und könnte folglich geeignet sein, die weggefallene Steuerungswirkung des EEG unter den geänderten wirtschaftlichen Rahmenbedingungen zumindest teilweise auszugleichen. Letztendlich besteht für die kommunalen Planungsträger zwar immer die Möglichkeit, die privilegierten Flächen mit einem Bebauungsplan zu überplanen und sie damit aus dem Anwendungsbereich des § 35 BauGB herauszunehmen (vgl. § 30 Abs. 1 BauGB). Dies bleibt jedoch stets auf eine Steuerung im Einzelfall beschränkt, sodass die Steuerungswirkung der Privilegierung hierdurch keinesfalls grundsätzlich in Frage gestellt wird.

Die Reichweite der Steuerungswirkung einer solchen auf den naturverträglichen Zubau ausgerichteten Außenbereichsprivilegierung würde sich zum einen nach der Größe des durch die Privilegierung geöffneten Flächenpotenzials richten, d. h. danach, wie weit der Gesetzgeber den Privilegierungstatbestand insgesamt fasst. Damit der Privilegierungstatbestand jedoch tatsächlich wirksam wird, muss er für die Antragsteller auch hinreichend attraktiv sein, so dass diese nicht von anderen Wegen zur bauplanungsrechtlichen Zulässigkeit von Freiflächenanlagen Gebrauch machen. Die Vorteile, die aus dem Verzicht auf ein Bebauungsplanverfahren erwachsen, dürfen mithin nicht durch Nachteile aufgewogen werden, die bspw. zu weitgehende oder vollzugsuntaugliche ökologische Anforderungen an Standortwahl und Anlagengestaltung darstellen könnten.

Im Folgenden sollen verschiedene Möglichkeiten zur konzeptionellen Weiterentwicklung des Instruments der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen im Sinne der Naturverträglichkeit sowie deren Vor-, aber gerade auch die zurecht geltend gemachten Nachteile skizziert werden, die im Falle einer Weiterentwicklung unbedingt berücksichtigt werden sollten, aber auch effektiv adressiert werden können. Zu unterscheiden ist dabei zwischen naturschutzfachlichen Anforderungen im Privilegierungstatbestand, die sich auf die erfassten Flächen beziehen, und solchen, die die Ausgestaltung und den Betrieb der Freiflächenanlagen betreffen.

7.3.3.1 Steuerung des Ausbaus auf bestimmte Flächentypen

Zum einen könnte ein weiterentwickelter Privilegierungstatbestand dazu dienen, den Ausbau der Freiflächenphotovoltaik insgesamt stärker auf naturschutzfachlich betrachtet vorzugswürdige Flächen zu steuern. Regulatorisch kann dies entweder durch eine Positivbestimmung der privilegierten Flächen geschehen oder umgekehrt durch eine Negativbestimmung dergestalt, dass bestimmte ökologisch besonders wertvolle Flächen von der im Übrigen allgemeinen Privilegierung ausgenommen werden²⁸⁵.

Regelungstechnik: Positivbestimmung ausgewählter privilegierter Flächen

Im Sinne der ersten Möglichkeit könnte die Privilegierung von PV-Freiflächenanlagen beispielsweise in Anlehnung an die Flächenkulisse des § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023 bzw. § 48 Abs. 1 Nr. 2, 3 EEG 2023 positiv bestimmt und so auf vorbelastete Flächen beschränkt werden²⁸⁶. Mit der Privilegierung nach § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB auf Flächen entlang von

²⁸⁵ Siehe zum Ganzen bereits *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 13 ff.

²⁸⁶ Vgl. *von Seht*, Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Ein Hoffnungsträger für die Energiewende – Auswirkungen, gesetzlicher Änderungsbedarf und planerische Handlungserfordernisse, UPR 2020, S. 257 (262).

Autobahnen und bestimmten Schienenwegen wurde dies lediglich teilweise umgesetzt. Weiterhin erfasst von dieser oder einer gesonderten Privilegierung könnten bspw. sein:

- Bereits versiegelte Flächen,
- Konversionsflächen aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung,
- ausgewiesene Gewerbe- oder Industriegebiete.

Zwar könnten in diesem Modell auch die in der Flächenkulisse des EEG weiterhin enthaltenen Flächen im Eigentum des Bundes oder der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben einerseits sowie Ackerland und Grünland in benachteiligten Gebieten andererseits in die positiv umschriebene Flächenkulisse einer Privilegierung aufgenommen werden. Den entsprechenden Tatbeständen der Förderkulisse im EEG liegen allerdings andere Erwägungen als solche des Naturschutzes zugrunde. Dies gilt jedenfalls für die Flächen des Bundes und der Bundesanstalt, aber auch bei den Flächen in benachteiligten Gebieten stehen Aspekte der Strukturförderung im Vordergrund²⁸⁷, obgleich sich für die Nutzung landwirtschaftlich intensiv genutzter Flächen für PV-Freiflächenanlagen auch erhebliche umweltschutzfachliche Erwägungen anführen lassen²⁸⁸.

Regelungstechnik: Negativbestimmung privilegierter Flächen mittels Ausnahmen für besonders schützenswerte Flächentypen

Anstatt die Anlagen in einem Privilegierungstatbestand positiv auf abschließend bestimmte, weniger schützenswerte Flächen zu verweisen, könnte man rechtstechnisch auch umgekehrt – negativ – lediglich bestimmte besonders schützenswerte Flächen von der Privilegierung ausnehmen, was aber auch inhaltlich zu einem breiteren Anwendungsbereich der Regelung führen dürfte. Anders als im jetzigen § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB kann der Kreis der privilegierten Flächen dann unbenannt bleiben. Aus Naturschutzsicht kämen insofern vor allem Ausnahmen für Flächen mit einer hohen Bedeutung für den Biotop- und Artenschutz in Betracht.

Verschiedentlich wird bereits losgelöst von der Diskussion um die Weiterentwicklung des Privilegierungstatbestandes für PV-Freiflächenanlagen dafür eingetreten, beispielsweise folgende Flächen für PV-Freiflächenanlagen zu sperren²⁸⁹:

- Nationalparks, Naturschutzgebiete, „Natura 2000“-Gebiete (entsprechend den Erhaltungszielen), gesetzlich geschützte Biotope nach § 30 BNatSchG,
- (Flächen-)Naturdenkmale,

²⁸⁷ Vgl. *Wegner*, Ausschreibungen nach EEG und Naturschutz, in: Mengel, Naturschutzrecht im Kontext von Klimawandel und Energiewende, 2021, S. 87 (98 f.).

²⁸⁸ Vgl. *BUND*, Naturverträgliche Freiflächen-Solaranlagen für Strom und Wärme, Mai 2022, <https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/naturvertraegliche-freiflaechen-solaranlagen-fuer-strom-und-waerme/> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 17. Vgl. die nunmehr geplante Ausweitung der Förderfähigkeit von Freiflächenanlagen in benachteiligten Gebieten nach dem Gesetzentwurf zum Solarpaket I.

²⁸⁹ Vgl. *Demuth/Maack*, Photovoltaik-Freiflächenanlagen, Planung und Installation mit Mehrwert für den Naturschutz, in: Heiland: Klima- und Naturschutz: Hand in Hand, 2019, S. 8 f., https://www.bfn.de/sites/default/files/2021-05/EKon_Heft6.pdf; vgl. *NABU/BSW Solar*, Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen, April 2021, https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210505-nabu-bsw-kriterien_fuer_naturvertraegliche_solarparks.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 6; mit vielen weiteren Nachweisen siehe die regelmäßig aktualisierte Übersicht des *KNE*, Kriterien für eine naturverträgliche Standortwahl für Solar-Freiflächenanlagen, 14.09.2021, https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_Kriterienkatalog-zur-naturvertraeglichen-Standortsteuerung-PV-Freiflaechenanlagen.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023), S. 2 ff.

- Kern- und Pflegezonen von Biosphärenreservaten,
- Rast-, Nahrungs- und Brutgebiete störungs-empfindlicher beziehungsweise streng geschützter Vogelarten und
- extensiv bewirtschaftetes, artenreiches Grünland.

Soweit sich der Gesetzgeber diese Wertungen zu eigen machen will, könnte eine allgemeine bzw. im Ausgangspunkt sämtliche Außenbereichsflächen erfassende Privilegierung für PV-Freiflächenanlagen mit entsprechenden Ausnahmen versehen werden. In erster Linie würde dadurch ausgeschlossen, dass PV-Freiflächenanlagen aufgrund naturschutzrechtlicher Ausnahmen und Befreiungen auf Zulassungsebene, die in vielen der genannten Gebiete regelmäßig erforderlich sind (siehe oben Abschnitt 7.1.3.1 „Gebietsschutz“), verwirklicht werden könnten. Denn dann fehlte diesen Anlagen aufgrund der Ausnahmen im Privilegierungstatbestand gerade das Baurecht.

Jenseits der naturschutzfachlich zu beantwortenden Frage der Auswahl einer geeigneten Flächenkulisse²⁹⁰ müssen aus juristischer Sicht solche Ausnahmen von der Privilegierung in erster Linie hinreichend bestimmt gefasst sein, um den entsprechenden rechtsstaatlichen Anforderungen zu genügen und nicht zuletzt auch die Vollzugsfähigkeit der Vorschrift durch die Bauordnungsbehörden zu gewährleisten. Ausnahmeregelungen dürften sich insbesondere dann als rechtssicher und unkompliziert im Vollzug erweisen, wenn zur Prüfung ihres Tatbestands keine Gutachten im Einzelfall erforderlich sind, sondern der Tatbestand allein anhand allgemein vorhandener oder leicht zu erhebender Informationen geprüft werden kann.²⁹¹

7.3.3.2 Naturschutzfachliche Anforderungen für die Anlagengestaltung

Anstelle oder zusätzlich zu einer – positiven oder negativen – Beschränkung der Privilegierung auf bestimmte Flächentypen könnten zur Erzielung von Steuerungswirkungen im Sinne der Naturverträglichkeit auch bestimmte Anforderungen an die Ausgestaltung der Freiflächenanlagen im Privilegierungstatbestand verankert werden. Dies könnte zum einen im Sinne einer Formulierung allgemeiner naturschutzfachlicher Mindestkriterien für die Anlagenausführung erfolgen. Zum anderen bestünde die Möglichkeit, einen eigenständigen Anlagentyp der „Biodiversitäts-PV“ oder auch der „extensiven Agri-PV“ im Privilegierungstatbestand zu definieren und die Privilegierung auf diesen und ggf. andere Anlagentypen zu beschränken. In beiden Fällen kann zudem – soweit naturschutzfachlich indiziert – eine Begrenzung von Anlagengrößen oder auch eine Begrenzung des Umfangs privilegierter Anlagen je Plangebiet in den Privilegierungstatbestand aufgenommen werden²⁹². Da es sich insoweit vorwiegend um naturschutzfachliche zu beantwortende Fragen nach den dann rechtlich im Rahmen einer Privilegierungsregelung umzusetzenden Kriterien handelt, kann insoweit auf die obigen Ausführungen in Abschnitt 5, insbesondere Abschnitt 5.3 verwiesen werden.

7.3.3.3 Beachtung weiterer Wirkungen von Privilegierungsregelungen

In die Erwägungen zur Weiterentwicklung planungsrechtlicher Privilegierungen müssten auch deren weitere Wirkungen einbezogen werden, die nicht unmittelbar die Naturverträglichkeit von Anlagen berühren. Zu nennen sind hier insbesondere die Auswirkungen auf die

²⁹⁰ Hierzu sogleich und oben unter Abschnitt 5.3.

²⁹¹ Siehe hierzu weiterführend und mit Beispielen *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 16.

²⁹² *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 22.

kommunale Planungshoheit und die Möglichkeit der Öffentlichkeit, auf die Planungsentscheidungen Einfluss zu nehmen. Mit Blick auf die erhofften Erleichterungen für Antragsteller ist zudem einschränkend darauf hinzuweisen, dass sich bei Verzicht auf ein Planungsverfahren die Prüfungen teilweise in das bauordnungsrechtliche Verfahren verschieben und dort von Behörden wahrzunehmen sind, die in der Vergangenheit vielfach keine oder nur wenig Erfahrung mit der Zulassung von Freiflächenanlagen hatten.

Es handelt sich hierbei jedoch ganz überwiegend um Nachteile, die dem Instrument der Privilegierung nicht als solches anheften, sondern durch eine entsprechende Ausgestaltung effektiv adressiert werden können. Vor diesem Hintergrund wurde bereits die Einführung von § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) sowie Nr. 9 BauGB auch kritisch begleitet und Vorschläge unterbreitet, wie einige dieser „Nebenwirkungen“ gesetzgeberisch vermieden werden könnten.²⁹³ Möglich wäre es insbesondere das auch in der PV-Branche befürchtete und bei den bereits eingeführten Privilegierungen geltend gemachte Risiko für einen Akzeptanzverlust vor Ort dadurch zu adressieren, dass eine weiterentwickelte Privilegierung mit einer Steuerungsmöglichkeit der Kommunen über ihre Bebauungsplanung verknüpft würde. Bei entsprechender Umsetzung hätten Kommunen so stets die Möglichkeit anderweitige Standorte in der Kommune für Freiflächenkonzepte auszuweisen und so zwar ihre Veto-Position gegen die Realisierung von PV-Freiflächenanlagen überhaupt zu verlieren, ihre Gestaltungsmöglichkeiten hinsichtlich der Lage und Größe der Anlagenstandorte sowie der Gestaltung der Anlagen selbst aber zu behalten. Die Privilegierung wäre auf diese Weise gegenüber der gemeindlichen Planung subsidiär und diene insoweit nicht zuletzt dazu, Kommunen unter Zugzwang zu setzen, konstruktiv unter Berücksichtigung aller Umstände vor Ort planerisch tätig zu werden, oder – insbesondere in einfach gelagerten Fällen – eine Realisierung von Anlagen auf Grundlage der Privilegierungsregelung hinzunehmen²⁹⁴. Soweit Kommunen planen bestünde dann kein Unterschied zum üblichen Vorgehen der Standortausweisung mittels Bebauungsplänen samt damit einhergehender breiter Öffentlichkeitsbeteiligung, aber auch bei einer Realisierung von Anlagen auf Grundlage von Privilegierungen lässt sich diese informell durch die Gemeinden organisieren, wenn dies gewünscht ist.

7.3.4 Rolle und Anwendungsbereich der Raumordnung definieren

Neben der Weiterentwicklung des Instruments der Außenbereichsprivilegierung für einen naturverträglichen Ausbau könnte auch die Abgrenzung der einzelnen Planungsebenen innerhalb des Planungsrechts in den Blick genommen werden. Derzeit zeigt sich, dass insbesondere der Anwendungsbereich der Raumordnung in Bezug auf die räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen über das Kriterium der Raumbedeutsamkeit nur äußerst unscharf definiert ist (siehe oben Abschnitt 7.1.2.1 „Raumordnung“). Die Raumbedeutsamkeit wird einzelfallabhängig in Bezug auf den jeweiligen Planungsraum bestimmt, was zudem durch die einzelnen Planungsträger unterschiedlich gehandhabt wird. Im Ergebnis lässt sich insbesondere die Raumbedeutsamkeit mittelgroßer Anlagen von einem bis zehn Hektar nicht abstrakt bejahen oder verneinen²⁹⁵, womit der Umgriff der raumordnerischen Steuerung auch bezogen auf Naturschutzaspekte unklar bleibt.

²⁹³ *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 22 ff.

²⁹⁴ Siehe noch einmal zur subsidiären Ausgestaltung einer Privilegierung *Otto/Wegner*, Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 56 vom 16.02.2023, S. 24 ff.

²⁹⁵ *Günnewig et al.*, Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, Abschlussbericht, UBA Texte 141/2022, S. 99; m. w. N. *Schmidtchen*, Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht, 2014, S. 305 f.

Der Bundesgesetzgeber könnte diesbezüglich – wenn auch nicht gegenüber den Bundesländern abweichungsfest, so doch standardsetzend – tätig werden und im Raumordnungsgesetz die Raumbedeutsamkeit von PV-Freiflächenanlagen pauschal entlang einer bestimmten flächenmäßigen Anlagengröße definieren. Dabei sollte diese Mindestgröße nicht zu gering angesetzt werden, um der Ausrichtung der Raumordnung auf Planungen und Maßnahmen mit einer überörtlichen Bedeutung²⁹⁶ zu entsprechen.

Hierdurch würde nicht nur allgemein die Rechtsklarheit für die Planung von PV-Freiflächenanlagen gestärkt, sondern auch in Bezug auf die naturverträgliche räumliche Steuerung insofern ein Mehrwert erzielt, als dass die Einwirkungsbereiche und Zuständigkeiten zwischen der Raumordnung und der Bauleitplanung sowie auch gegenüber der gesetzgeberischen planeretzenden Außenbereichsprivilegierung (vgl. § 35 Abs. 3 S. 2 BauGB) klar sichtbar würden.

Im Gegensatz zur Steuerung der Windenergie spricht im Falle der Freiflächenphotovoltaik schon das Fehlen einer allgemeinen Außenbereichsprivilegierung für solche Anlagen dagegen, dass die Raumordnung hier die Aufgabe einer kleinteiligen, abschließenden räumlichen Steuerung übernehmen sollte. Diese Aufgabe würde so vielmehr bei den Kommunen verbleiben und auf dieser Ebene durch die punktuellen planeretzenden Privilegierungsregelungen ergänzt werden. Gleichwohl käme der Raumordnung nicht nur die Aufgabe der Flächen-sicherung zu. Zudem könnte sie neben der negativen Steuerung über die Ausweisung anderweitiger, mit der PV-Nutzung unvereinbarer Raumnutzungen und -funktionen, über Vorgaben für Maximalgrößen von Anlagen und im Einzelfall auch Höchstflächenvorgaben²⁹⁷ Gesichtspunkte der Tragfähigkeit des jeweiligen Planungsraums berücksichtigen oder auch eine gemeinsame Nutzung von Flächen durch Windenergie und Photovoltaik koordinieren. Insofern bedarf es jedoch keiner Fortentwicklung des Rechtsrahmens. Die vorgenannten Möglichkeiten der Steuerung bestehen für die Raumordnung schon heute. Hier wird lediglich für eine planerische Zurückhaltung bzw. Fokussierung auf bestimmte Anlagengrößen geworben, um den kommunalen Planungsträgern Gestaltungsspielräume zu belassen.

7.3.5 Überführung von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 zu Konzepten der naturverträglichen Gestaltung von Freiflächenanlagen

Bereits oben wurde herausgestellt, dass die Regelung in § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 hinsichtlich Konzepten einer naturschutzverträglichen Anlagengestaltung aufgrund verschiedener Aspekte Zweifeln ausgesetzt ist (Abschnitt 7.1.4). Inhaltlich eröffnet § 6 Abs. 4 S. 2 EEG nur bei privilegierten Freiflächenanlagen tatsächlich neue Regelungsoptionen zugunsten des Naturschutzes, da bei nicht-privilegierten Anlagen eine Steuerung im selben Maße bereits über Bebauungspläne und diese begleitende städtebauliche Verträge erfolgen kann. Gerade bei privilegierten Anlagen hat der Vorhabenträger aber bereits unabhängig von einem Tätigwerden der Gemeinde einen Anspruch auf Erteilung der Baugenehmigung selbst für den Fall, dass er die naturschutzfachlichen Kriterien nach § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 nicht erfüllen sollte. Zudem hat die Gemeinde aufgrund ihrer eigenen finanziellen Beteiligung entsprechend der tatsächlich eingespeisten Strommenge einen Anreiz, nicht allzu strenge naturschutzfachliche Kriterien aufzustellen, soweit diese geeignet sind, den Stromertrag der Anlage zu verringern.

²⁹⁶ *Kümper*, in: Kment, ROG mit Landesplanungsrecht, 1. Aufl. 2019, § 3 Rn. 122.

²⁹⁷ Zu den allerdings hohen Anforderungen an entsprechende Maximalwerte, da diese die kommunale Planung besonders weitgehend beschränken, siehe *Hendler*, Raumordnungsplanerische Mengenziele zur Windkraftnutzung, in: FS-Schröder, 2012, 567 (575 f.).

Vor diesem Hintergrund stellt sich die Frage, ob das mit der Einführung des § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 verfolgte Ziel des Gesetzgebers, „sicherzustellen, dass die betreffenden Flächen im Zusammenhang mit der Umsetzung von Freiflächenanlagen als artenreiches Grünland entwickelt werden“²⁹⁸, nicht durch eine anderweitige rechtliche Umsetzung besser erreicht werden könnte. In Betracht käme auch insofern, statt der fakultativen Regelung in § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023, einen Anlagentyp zu definieren, der die Grundlage eines Fördertatbestandes im EEG und/oder eines Privilegierungstatbestandes im BauGB bilden könnte. Die obigen Ausführungen hierzu (Abschnitte 7.3.2 und 7.3.3) gelten insofern entsprechend. Der Sache nach würde es sich um einen Anlagentyp im Sinne der „Biodiversitäts-PV“ handeln, wobei anhand des § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 und der Gesetzesbegründung, die von einer Ergänzung naturschutzfachlicher Standards spricht²⁹⁹, aber unklar bleibt, in welchem Maß eine naturschutzfachliche Aufwertung auf der jeweiligen Fläche erzielt werden soll. Zwar würde auch die funktionale Überführung von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 in einen Förder- und/oder Privilegierungstatbestand allein einen Anreiz für Vorhabenträger setzen, entsprechend dem Ziel einer ökologischen Aufwertung zu agieren. Die Anreize (Förderung bzw. Vorteil des Verzichts auf ein Bebauungsplanverfahren) scheinen aber besser geeignet, den gewünschten Effekt auch tatsächlich zu erzielen. Da jenseits dieses Anreizes aber Lücken verblieben, ist zu überlegen, ob die Regelung für die verbleibenden Fälle bestehen bleibt, oder unter Inkaufnahme einer gewissen Lücke eine Streichung von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 erfolgt, um eine Vereinfachung des Rechtsrahmens, der hier verschiedene, sich überlagernde Vorschriften aufweist, zu erreichen.

Denkbar ist zudem auch eine ordnungsrechtliche Lösung, um im Sinne des § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 die Entwicklung von artenreichem Grünland vorzuschreiben bzw. anzureizen. Als Ansatzpunkt hierfür käme die Eingriffsregelung nach §§ 13 ff. BNatSchG in Betracht, auch wenn im Bereich planerisch zugelassener Anlagen der Eingriffsausgleich der Abwägung unterliegt. Genauer könnte an die verschiedenen landesrechtlichen und untergesetzlichen Maßgaben für die Ausgleichsbedürftigkeit von Eingriffen angeknüpft werden.³⁰⁰ Die Erfüllung der von § 6 Abs. 4 S. 2 EEG 2023 in Bezug genommenen naturschutzfachlichen Kriterien könnte hier bspw. als Voraussetzung dafür normiert werden, dass ein Eingriffsausgleich für die PV-Freiflächenanlage bereits auf der Anlagenfläche selbst erfolgt und keine darüber hinausgehenden Ausgleichsmaßnahmen auf anderen Flächen erforderlich sind, wie es teilweise im politischen Raum und von Verbänden gefordert wird³⁰¹. In diese Richtung geht bereits die Praxis in Bayern, wo unter ökologisch hochwertigen PV-Freiflächenanlagen solche Anlagen verstanden werden, „auf denen ein extensiv genutztes, arten- und blütenreiches Grünland entwickelt und gepflegt wird“³⁰² und bei der Erfüllung bestimmter darauf bezogener Maßnahmen auf zuvor intensiv genutztem Acker- oder Grünland davon ausgegangen wird, „dass in der Regel keine erheblichen Beeinträchtigungen des Naturhaushalts verbleiben“³⁰³. Adres-

²⁹⁸ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

²⁹⁹ BT-Drs. 20/1630, S. 175.

³⁰⁰ Mit Blick auf die Diskussionen um die Bundeskompensationsverordnung und den hier letztlich gefundenen Kompromiss erscheint eine weitergehende bundesrechtliche Ausgestaltung als politisch wenig realistisch, rechtlich jedoch als möglich.

³⁰¹ Nach der PV-Strategie des BMWK (BMWK 2023b: 14f) soll dies jedenfalls für Biodiversitäts-PV-Anlagen geregelt werden.

³⁰² *Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr*, Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, 10.12.2021, https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/25_rundschreiben_freiflaechen-photovoltaik.pdf, S. 24 f.

³⁰³ *Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr*, Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen, 10.12.2021, https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/25_rundschreiben_freiflaechen-photovoltaik.pdf, S. 25.

siert würden mit solchen Bestimmungen vor allem bauplanungsrechtlich privilegierte Anlagen, da lediglich für diese die Eingriffsregelung strikt gilt und gerade nicht Gegenstand einer ansonsten stattfindenden planerischen Abwägungsentscheidung der Gemeinde ist (siehe Abschnitt 7.1.3.1). Aus Sicht der Vorhabenträger würde angereizt, die naturschutzfachlichen Kriterien zu erfüllen, da dann – im Regelfall – auf die Heranziehung von Ausgleichsflächen außerhalb des Anlagenstandortes bzw. eine Kompensationszahlung verzichtet werden könnte.

8 Betriebsoptionen für PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade

8.1 Einführung

Zum Jahresende 2022 waren bundesweit rund 20 Gigawatt PV-Freiflächenanlagen in Betrieb. Gut 40 Prozent dieser Anlagenleistung wurde vor dem Jahr 2013 installiert und ist damit seit mehr als zehn Jahren in Betrieb (Abb. 25). Knapp 0,5 Gigawatt des Anlagenbestandes hat bis Ende 2022 mindestens 15 Betriebsjahre absolviert und nähert sich dem Ende der EEG-Förderdauer.

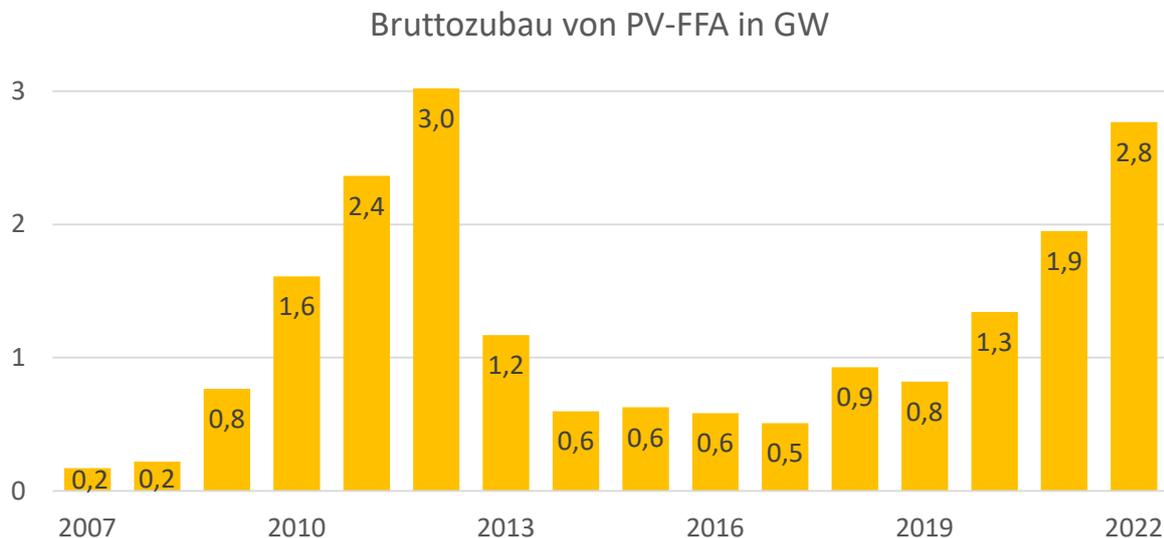


Abb. 25: Bruttozubau von PV-Freiflächenanlagen nach Inbetriebnahmejahren. Datenquelle: EEG-Daten, MaStR

Für den kleineren Teil der Bestandsanlagen, für die das Ende der zwanzigjährigen EEG-Förderdauer näher rückt, stellt sich die Frage, ob die Anlagen ohne Förderung weiterbetrieben werden oder ob ein Repowering bzw. der Neubau einer Anlage auf der Fläche geplant ist. Für einen größeren Teil des Anlagenbestandes kommt jedoch eher die Option des „aktiven Repowerings“ in Frage. Dieses ist seit dem Jahr 2023 möglich. Die rechtlichen Rahmenbedingungen wurden dahingehend geändert, dass nicht nur defekte Module unter Beibehaltung des bisherigen Vergütungsanspruchs getauscht werden dürfen, sondern dies grundsätzlich ohne Verlust des Vergütungsanspruchs zulässig ist.

Vor diesem Hintergrund stellt sich auch für den Naturschutz die Frage, ob und in welchem Umfang PV-Freiflächenanlagen frühzeitig repowert werden, nach Förderende in Betrieb bleiben oder ob eine unter Umständen im Bebauungsplan nach Beendigung der Laufzeit vorgesehene Nachnutzung und ein Rückbau der PV-Freiflächenanlage umgesetzt wird. Um dies abschätzen zu können, wurde im Rahmen des Vorhabens eine Befragung der Anlagenbetreibenden durchgeführt (Abschnitt 8.5).

8.2 Quantifizierung der aus dem EEG fallenden PV-FFA

PV-Anlagen mit einem EEG-Vergütungsanspruch erhalten für eine Dauer von 20 Kalenderjahren zuzüglich des Inbetriebnahmejahrs eine finanzielle Förderung³⁰⁴. So erhalten Anlagen, die im Jahr 2002 installiert wurde, ab dem 01. Januar 2023 keine Förderung mehr. Im Zeitraum bis 2035 ist dies für die in Tab. 42 angeführten Leistungen von PV-Freiflächenanlagen der Fall.

Tab. 42: Quantifizierung der aus dem EEG fallenden Leistung von PV-Freiflächenanlagen nach dem Inbetriebnahmejahr bzw. dem Jahr des Förderendes (Datenquelle: EEG-Daten, MaStR, eigene Berechnungen, ARGE PV-Monitoring 2008)

Inbetriebnahmejahr	Förderende*	Leistung [GW]	Fläche [ha]	ha/MW
2002	2023	0,008	30	3,6
2003	2024	0,005	16	3,8
2004	2025	0,05	170	3,7
2005	2026	0,08	270	3,5
2006	2027	0,06	260	4,2
2007	2028	0,2	610	3,6
2008	2029	0,2	730	3,3
2009	2030	0,8	2.350	3,0
2010	2031	1,6	4.450	2,8
2011	2032	2,4	5.700	2,4
2012	2033	3,0	5.910	2,0
2013	2034	1,2	2.100	1,8
2014	2035	0,6	980	1,6

* zum 01.01. des jeweiligen Jahres

Vor dem Jahr 2004 wurden PV-Freiflächenanlagen nur in geringem Umfang gebaut. Sie stellten damals eine neue Anwendungsart der Photovoltaik dar und waren im Rahmen des EEG 2000 nur bis zu einer Leistung von 100 Kilowatt förderfähig. In der Praxis wurden die Anlagen oft größer gebaut, waren jedoch technisch in maximal 100-Kilowatt-Tranchen aufgeteilt. Mit der Aufhebung der Größengrenze im EEG 2004 stieg der Zubau in den Folgejahren zunächst nur moderat. Ab Ende 2008 sind die Modulpreise weltweit stark gefallen und die entsprechenden Vergütungsabsenkungen konnten nur zeitverzögert umgesetzt werden. Damit bestanden hohe Anreize zur Installation von PV-Anlagen, womit auch im Freiflächensegment hohe Wachstumsraten zu verzeichnen waren. Im Jahr 2012 wurde schließlich mit Übergangsregelungen eine Begrenzung der maximalen Anlagenleistung auf zehn Megawatt eingeführt, die Förderung wurde erneut abgesenkt. In der Folge war der Zubau ab 2013 stark rückläufig.

In den Jahren 2023 bis 2030 fallen kumuliert rund 1,4 Gigawatt PV-Freiflächenanlagen aus der EEG-Förderung. Diese Anlagen belegen insgesamt rund 4.400 Hektar Fläche, im gewichteten Mittel rund 3,2 Hektar pro Megawatt. In den Jahren 2031 bis 2035 endet die EEG-Vergütungsdauer für insgesamt 8,8 Gigawatt PV-Freiflächenanlagen mit einer gesamten Flächeninanspruchnahme von rund 19.100 Hektar (2,2 Hektar je Megawatt).

³⁰⁴ Dies gilt nicht für Anlagen, deren Förderhöhe im Rahmen von Ausschreibungen ermittelt wurde/wird. Für diese Anlagen gilt ab der Inbetriebnahme eine Förderdauer von 20 Jahren.

Die bis Ende 2022 installierten rund 20 Gigawatt PV-Freiflächenanlagen belegen insgesamt rund 35.000 Hektar Fläche (Günnewig et al. 2022c und eigene Berechnungen). Bis Ende 2030 fallen davon somit lediglich rund sieben Prozent der Freiflächenanlagen-Leistung aus der Förderung, aber knapp 13 Prozent der belegten Fläche. Mit heutigen Neuanlagen, die ein Hektar pro Megawatt (Günnewig et al. 2022c) und weniger an Flächen benötigen, könnte die Leistungs- und Stromausbeute auf den bis Ende 2030 frei werdenden Flächen um mehr als den Faktor drei gesteigert werden, wenn PV-Freiflächenanlagen entsprechend des aktuellen technischen Stands errichtet würden³⁰⁵.

8.3 Optionen zum Weiterbetrieb

Es wird unterschieden zwischen den Betriebsoptionen ausgeförderter Bestandsanlagen (Abschnitt 8.3.1) und den Optionen für Bestandsanlagen, die das Ende der Vergütungsdauer noch nicht erreicht haben und für die aktives Repowering in Frage kommt (Abschnitt 8.3.2).

8.3.1 Weiterbetrieb ausgeförderter Bestandsanlagen

Von 2023 bis 2030 fallen PV-Freiflächenanlagen mit einer Gesamtleistung von 1,4 Gigawatt nach zwanzig Jahren Förderdauer aus dem EEG (vgl. oben Abschnitt 8.2). Für diese Anlagen bestehen im Kern folgende Optionen:

- Weiterbetrieb der Anlage ohne wesentliche technische Änderungen
 - Es erfolgt keine Leistungssteigerung der Anlage. Denkbar sind jedoch Maßnahmen zur Sicherstellung eines mehrjährigen Weiterbetriebs, z. B. in Form eines Austauschs der Wechselrichter.
- Ende des Anlagenbetriebs und vollständiger Rückbau der Anlage
 - Der Betrieb der Anlage wird eingestellt und sie wird vollständig rückgebaut. Die Fläche kann somit wieder der jeweils bestimmten, ggf. ursprünglichen Nutzung zugeführt werden, z. B. zur landwirtschaftlichen Nutzung.
- Repowering wesentlicher Anlagenteile oder Rückbau der Anlage und Bau einer Neuanlage auf derselben Fläche
 - Der Übergang vom Repowering zum Anlagenneubau ist fließend. Denkbar ist, dass die Unterkonstruktion (oder Teile davon, bspw. die Rammpfähle) weiter genutzt werden. Da in der Regel bis zu einer Verdreifachung der Leistung auf der Fläche möglich ist, stellt der Netzanschluss möglicherweise eine Restriktion dar. Sofern dieser nicht für die neue Anlagenleistung geeignet ist, muss die Anlage unter unvollständiger Ausnutzung der Fläche kleiner ausgelegt oder ein anderer/zusätzlicher Netzverknüpfungspunkt erschlossen werden.
 - Vergütungsrechtlich unterscheidet sich dieser Fall des Repowerings nicht vom Bau einer Neuanlage – für beide Optionen kann die Neuanlagenvergütung im Rahmen der Festvergütung oder über die Teilnahme an den EEG-Ausschreibungen in Anspruch genommen werden.

Welche Option im Einzelfall verfolgt wird, ist in hohem Maße abhängig von den jeweiligen Kosten der technischen Ertüchtigung für den Weiterbetrieb, des Repowerings oder des Anlagenneubaus gemessen an den erzielbaren Erlösen. Für Anlagen, die weiterbetrieben wer-

³⁰⁵ Agri-PV-Anlagen benötigen aufgrund der Doppelnutzung deutlich größere Flächen pro Leistungseinheit.

den – für die also kein Modulaustausch erfolgt –, wird in der Regel entweder eine Vermarktung als Power Purchase Agreement (PPA)³⁰⁶ oder im Rahmen der sonstigen Direktvermarktung erfolgen. Für kleine Anlagen bis 100 Kilowatt, die hauptsächlich vor dem Inkrafttreten des EEG 2004 installiert wurden, besteht bis Ende 2027 die Möglichkeit, von der „Auffangregelung“ des § 21 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023 Gebrauch zu machen. In diesem Fall erhalten die Anlagenbetreibenden den Jahresmarktwert Solar abzüglich der Vermarktungskosten der Übertragungsnetzbetreiber als Anschlussvergütung. Grundsätzlich kann nicht in das Netz der öffentlichen Versorgung eingespeister Strom auch vor Ort selbst verbraucht werden. Da PV-Freiflächenanlagen in der Regel vergleichsweise hohe Leistungen haben und oft verbrauchsfern installiert sind, ist davon auszugehen, dass der Strom überwiegend einspeist werden wird.

Für das Anlagenrepowering (d. h. mindestens den Austausch der Module) bzw. den kompletten Rück- und anschließenden Neubau kommen einerseits die oben bereits beschriebenen Vermarktungswege über PPA, sonstige Direktvermarktung oder Eigenversorgung in Frage. Andererseits kann in diesem Fall auch die Neuanlagenvergütung in Anspruch genommen werden (bis zu einem Megawatt bei klassischen Anlagen bzw. bis sechs Megawatt bei Bürgerenergieanlagen) bzw. ein im Rahmen der EEG-Ausschreibungen erzielter Vergütungsanspruch.

Die zukünftig geplanten Vermarktungswege für Anlagen, die das Ende der gesetzlich garantierten Vergütungsdauer erreichen, wurden im Rahmen einer Befragung der Anlagenbetreibenden (vgl. Abschnitt 8.5) thematisiert.

8.3.2 Aktives Repowering

Mit aktivem Repowering wird der Austausch nicht defekter Bestandsmodule vor dem Ablauf der Vergütungsdauer verstanden. Mit der 8.5r Novelle des Energiesicherungsgesetzes wurde mit den §§ 38b Abs. 2 und 48 Abs. 4 EEG 2023 der rechtliche Rahmen gesetzt. Ab 2023 können demnach auch funktionsfähige Solarmodule durch leistungsstärkere ersetzt und dabei der bisherige EEG-Vergütungsanspruch aufrechterhalten werden. Die EEG-Vergütung kann jedoch nur für die bisher vergütete Leistung in Anspruch genommen werden, nicht für den Leistungszuwachs. Vor dem Inkrafttreten dieser Regelung waren dem Austausch von Modulen enge Grenzen gesetzt: unter Beibehaltung des Vergütungsanspruchs war nur der Austausch defekter oder gestohlener Module zulässig.

Damit ist bereits vor dem Förderende von Solarparks der Ersatz von leistungsschwachen alten Modulen durch leistungsstärkere Module eine Option, um auf bestehenden und aktiven Standorten die installierte Leistung und die jährliche Energieerzeugung erheblich und schnell zu erhöhen. Wie Tab. 42 in Abschnitt 8.2 zeigt, benötigten Solarparks, die in den Jahren bis 2009 installiert wurden, pro Megawatt installierter Leistung eine Fläche von drei bis vier Hektar. Heutige Neuanlagen erfordern pro Megawatt lediglich einen Hektar und weniger, womit im Mittel eine Leistungssteigerung auf das Drei- bis Vierfache möglich ist. Eine Voraussetzung dafür ist, dass der bestehende Netzanschluss für diese Leistungssteigerung geeignet ist oder ein neuer Netzverknüpfungspunkt zu wirtschaftlich tragbaren Konditionen erschlossen werden kann.³⁰⁷

³⁰⁶ Als Power Purchase Agreement (PPA) wird ein Stromliefervertrag bzw. Direktabnahmevertrag für den produzierten Strom bezeichnet, in der Regel ist dieser Vertrag auf eine lange Laufzeit ausgelegt und gibt dem Betreiber so ausreichend Planungssicherheit.

³⁰⁷ Beispielrechnungen finden sich in Anhang (Abschnitt B) wieder.

8.4 Recyclingwirtschaft: Regeln für „Second Life“ und „Recycling“

Bei einer Lebensdauer von etwa 20 bis 30 Jahren ist zu erwarten, dass die Module der frühen Generation zunehmend in die Entsorgung bzw. das Recycling gehen werden (BDEW 2022³⁰⁸). Über die letzten 15 bis 20 Jahre hat sich die in der PV-Branche verwendete Modultechnologie erheblich gewandelt. Die in dieser Zeit genutzten Technologien und deren potenziellen Nachlässe sind im Zuge einer PV-Recyclingwirtschaft zu bewältigen. Man unterscheidet die Weiterverwendung funktionsfähiger Module im Sinne eines „Second Life“ und die Wiederverwertung der Rohstoffe außer Betrieb gegangener Module, das „Recycling“, bestenfalls sogar zur Herstellung neuer leistungsfähigerer Module³⁰⁹.

Die Initiativen in Deutschland, ob seitens einzelner Hersteller, seitens von Unternehmensverbänden, werden übersichtlich in einem Fachbeitrag im EU-Recycling-Magazin dargestellt. Szombathy & Kroll 2022 beschreiben verschiedene Technologien und fassen zusammen, dass vor allem Silizium-basierte Module produziert wurden: „Alle bestehen aus mindestens 75 Prozent Glas. PV-Paneele mit mono- oder polykristallinem Silizium setzen sich darüber hinaus aus zehn Prozent Polymer, acht Prozent Aluminium, fünf Prozent Silizium, einem Prozent Kupfer und unter einem Promille Silber und anderen Metallen zusammen.“ Abschließend wird auf Monteiro (2018) verwiesen und zusammengefasst, dass die Behandlungsabläufe für mono- und multi-kristallines Silizium inzwischen gut entwickelt seien, während Recyclingmethoden für anderweitige PV-Technologien nur unzureichend vorliegen. „Treffender ist wohl die Äußerung von V. M. Fthenakis und P. D. Moskowitz vom Brookhaven National Laboratory, die 2009 angaben: ‚Momentan mögen die ökonomischen Anreize noch unzureichend sein, um die Photovoltaik-Industrie zu einem freiwilligen Recycling zu bewegen.‘ Doch sie fügten auch hinzu: ‚Das mag sich in der Zukunft ändern, wenn mehr wirtschaftliche Stimuli winken, um saubere Technologien zu entwickeln, Umweltverschmutzung zu verhindern und CO₂-Emissionen zu reduzieren.“ (Szombathy & Kroll 2022: 32)

Wiedergewonnen und als Sekundärrohstoffe aufbereitet werden vor allem die Hauptbestandteile Glas und Aluminium, aber auch Silizium, verzinntes Kupfer (Busbars) und andere. Die Rückgewinnung von Silizium und Silber scheint im fortgeschrittenen Entwicklungsstadium zu sein, denn ein wirtschaftliches Verfahren wird erst jüngst als Weltneuheit vom Fraunhofer-Center propagiert (BDEW 2022).

8.5 Befragung der Anlagenbetreibenden

Einleitung und Hintergrund

Mit einer Umfrage der Anlagenbetreibenden zu „Betriebsoptionen von PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade“ wird ein erster empirischer Anhaltspunkt dazu gegeben, welche Betriebsoptionen Anlagenbetreibende im Vorfeld bzw. nach dem Ende der zwanzigjährigen EEG-Vergütungsdauer erwägen bzw. inwieweit sie sich bereits mit diesem eintretenden Fall beschäftigt haben. Die Umfrage behandelt auch das Thema des aktiven Repowerings, für das mit dem EEG 2023 eine entsprechende Regelung eingeführt wurde (vgl. Abschnitt 8.3.2).

Die Umfrage setzt sich aus zwei Thementeilen zusammen. Der erste Teil beschäftigt sich mit dem Ende der zwanzigjährigen EEG-Vergütungsdauer und daraus resultierender Fragen,

³⁰⁸ PV-Anlagen: Im Angesicht der Entsorgungswelle. 04.07.2022. <https://www.bdew.de/online-magazin-zweitau-send50/stoffwechsel/pv-anlagen-im-angesicht-der-entsorgungswelle/>, zuletzt 24.07.2023

³⁰⁹ Fraunhofer ISE hat im Februar 2022 eine Meldung zum vollständigen Recycling von Modulen veröffentlicht: <https://www.ise.fraunhofer.de/en/press-media/press-releases/2022/solar-cells-from-recycled-silicon.html>

z. B. ob eine vollständige Ausschöpfung der Vergütungsdauer beabsichtigt ist, welche Geschäftsmodelle geplant sind oder ob womöglich ein Rückbau erfolgt. Der zweite Teil der Befragung behandelt das Thema des aktiven Repowerings, das durch die Novelle des Energiesicherungsgesetzes in den §§ 38b Abs. 2 und 48 Abs. 4 EEG 2023 eingeführt wurde. Ab 2023 können demnach auch funktionsfähige Solarmodule durch leistungsstärkere ersetzt und dabei der bisherige EEG-Vergütungsanspruch aufrechterhalten werden. Die EEG-Vergütung kann jedoch nur für die bisher vergütete Leistung in Anspruch genommen werden, nicht für den Leistungsaufwuchs. In diesem Kontext wurden Fragestellungen zum Zeithorizont des aktiven Repowerings, zur erwarteten Leistungssteigerung, zu beabsichtigten Geschäftsmodellen, zum Anlagenlayout und zur Entsorgung der alten Module beleuchtet.

Befragte und Befragungsmethodik

Als Grundgesamtheit wurden die Betreibenden von PV-Freiflächenanlagen größer 1 Megawatt, die vor 2013 in Betrieb genommen wurden, aus dem Marktstammdatenregister ermittelt (rund 1.190 Betreiber mit insgesamt 7,6 Gigawatt). Eine E-Mailadresse war für 663 Betreibende bzw. insgesamt 5,1 Gigawatt Leistung angegeben. Zusätzlich wurden händisch zehn Betreibende ausgewählt, die mehrere und/oder größere PV-Freiflächenanlagen betreiben und für die keine Kontaktdaten im Marktstammdatenregister hinterlegt waren. Insgesamt wurden 673 Anlagenbetreibende angeschrieben.

Die Angaben zu den Betreibenden im Marktstammdatenregister bilden verschiedene Betriebskonzepte ab. So sind neben typischen Projektgesellschaften („Solarpark XYZ“ GmbH & Co. KG) auch Unternehmen mit zahlreichen Anlagen im Portfolio sowie Einzelpersonen mit Einzelanlagen vertreten. Wie die Namen vieler Projektgesellschaften zeigen, steht hinter diesen eine Muttergesellschaft. Die Befragung war so angelegt, dass nicht pro Einzelanlage, sondern pro Unternehmen einschließlich verbundener Unternehmen (also einschl. Projektgesellschaften) eine Rückmeldung erbeten wurde³¹⁰.

Die Befragung war für alle potenziell teilnehmenden Anlagenbetreibenden vom 19.04.2023 bis 08.05.2023, also 20 Tage, zugänglich. Während dieses Zeitraums haben 104 Anlagenbetreibende die Umfrage in vollem Umfang bearbeitet. Damit lag die Rücklaufquote bei rund 15 Prozent.

Die Befragung wurde mit der Web-Applikation SoSci-Survey zur Gestaltung von Online-Befragungen durchgeführt. Die Ergebnisse dieser 104 Fragebögen werden in der folgenden Auswertung näher analysiert. Der Fragebogen enthielt auch bedingte Fragestellungen, war also verzweigt: bei einzelnen Fragestellungen wurden je nach Antwort eine oder mehrere weitere Fragen eingeblendet. Die Anzahl der jeweils beantworteten Fragen lag deshalb in einigen Fällen deutlich unterhalb der Anzahl der insgesamt beantworteten Fragebögen. (Der Fragebogen befindet sich im Anhang (Abschnitt B.2).

Zum Einstieg in die Befragung wurde zur Einordnung der Ergebnisse die Portfoliogröße der Anlagenbetreibenden abgefragt (vgl. Abb. 26). Rund 70 Prozent der Befragten betreibt ein Anlagenportfolio mit bis zu zehn Megawattpeak. Zehn Prozent der Befragten verfügen dagegen über ein großes Portfolio von mehr als 250 Megawatt. Aus Datenschutzgründen wurden keine exakten Portfoliogrößen abgefragt, sondern Größenordnungen. Zieht man jeweils die

³¹⁰ Auf eine Abfrage projektindividueller Angaben wurde verzichtet, weil einerseits Datenschutzgründen dagegen sprachen und andererseits der damit verbundene Antwortaufwand für Akteure mit mehreren Anlagen im Portfolio sehr groß gewesen wäre (was sich höchstwahrscheinlich negativ auf die Rücklaufquote ausgewirkt hätte).

größte Leistung der angegebenen Klassen heran und setzt für die größte Klasse die Mindestleistung lässt sich daraus ermitteln, dass der leistungsbezogene Anteil der Akteure und Akteurinnen mit einem Portfolio von mind. 250 Megawattpeak bei mindestens 50 Prozent der von den Befragten betriebenen PV-Leistung liegt.

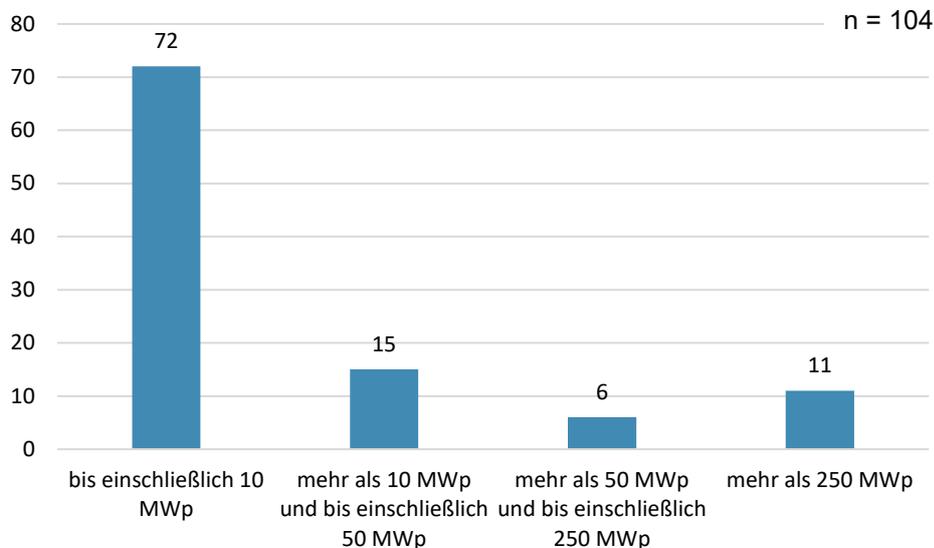


Abb. 26: Portfoliogröße an in Betrieb befindlichen PV-Freiflächenanlagen

Umgang mit dem Auslaufen der EEG-Vergütung

Im ersten Teil der Befragung wurde zunächst abgefragt, ob die Betreibenden Anlagen in ihrem Portfolio haben, die seit mindestens 15 Jahren in Betrieb sind (Frage 2). Von den 104 Befragten gaben 18 Betreibende (17 Prozent) an, dass sie entsprechende Anlagen im Portfolio haben. Der überwiegende Teil der Anlagenbetreibenden ist demnach derzeit noch nicht mit der Frage des Umgangs mit der PV-Freiflächenanlagen nach EEG-Vergütungsende konfrontiert. Alle weiteren Fragen im ersten Teil der Befragung richteten sich daher an maximal 18 Anlagenbetreibende. Alle anderen 83 Anlagenbetreibenden stiegen erst wieder im zweiten Teil der Befragung (Frage 10) ein.

Bei den 18 Anlagenbetreibenden handelt es sich überwiegend (ca. 70 Prozent) um Betreibende mit einem Portfolio bis einschließlich zehn Megawattpeak. Auf die Portfoliogrößen mit mehr als 50 Megawattpeak bis einschließlich 250 Megawattpeak und für mehr als 250 Megawattpeak entfallen zwei bzw. drei Anlagenbetreibende.

Zusätzlich dazu wurden die 18 Anlagenbetreibenden, die PV-Freiflächenanlagen älter als 15 Jahre in ihrem Portfolio haben, gefragt, ob es Freiflächenanlagen in ihrem Portfolio gibt, bei denen sie planen, die EEG-Vergütungsdauer vollständig auszuschöpfen (Frage 3). Dies bejahten alle 18 Anlagenbetreibenden.

Die daran anschließende Frage richtete sich wiederum an die 18 Anlagenbetreibenden mit Anlagen älter als 15 Jahren. Dabei wurde erhoben, für welchen leistungsbezogenen Anteil ihrer mindestens 15 Jahre alten Anlagen sie die vollständige Ausschöpfung der EEG-Vergütungsdauer planen (Frage 4). Über drei Viertel der Befragten (78 Prozent bzw. 14 Anlagenbetreiber) planen die Vergütungsdauer vollständig auszuschöpfen. Jeweils eine*einer der Anlagenbetreibenden plant die leistungsbezogene Ausschöpfung von fünf Prozent, 20 Prozent, 30 Prozent und 70 Prozent. In der Tendenz ist somit klar zu erkennen, dass die Geschäftsmodelle auf eine lange Laufzeit der Anlage mit EEG-Vergütung ausgelegt sind.

Anschließend wurde abgefragt, welche Optionen die Anlagenbetreibenden nach dem Auslaufen der EEG-Vergütung für ihre betroffenen Anlagen erwägen (Frage 5). Der Fokus der Anlagenbetreibenden liegt dabei recht eindeutig auf dem Weiterbetrieb der Anlagen: Diese Angabe machten 16 der 18 Befragten. Mit zehn Anlagenbetreibenden planen über die Hälfte der 18 befragten Betreiber ihr betroffenes Anlagenportfolio vollständig weiterzubetreiben. Sechs weitere Anlagenbetreibende planen einen Teil ihrer Anlagen weiterzubetreiben. In allen dieser sechs Fälle wird der teilweise Weiterbetrieb von Anlagen in Kombination mit der Option des Rückbaus und etwaigem anschließendem Repowering/Neubau von Anlagen angegeben. Jedoch ist hier keine klare Tendenz zu erkennen. Manche dieser sechs Betreiber setzen mehr auf den Weiterbetrieb (bis zu 60 Prozent Weiterbetrieb) und manche setzen deutlich stärker auf die Rück-/Neubauoption (bis zu 95 Prozent). Ein*Eine Anlagenbetreiber*Anlagenbetreiberin plant für alle Anlagen den kompletten Rück-/Neubau. Insgesamt ziehen den Ergebnissen zufolge somit sechs Anlagenbetreibende die Rück-/Neubauoption zumindest zu einem gewissen prozentualen Anteil ihrer Anlagen in Betracht. Insgesamt stellt diese Option im Vergleich zur Weiterbetriebsoption jedoch eine Minderheit dar. Genauso verhält es sich mit einer*einem weiteren Anlagenbetreibenden, nur diese*dieser plant für zehn Prozent der Anlagen den vollständigen Rückbau (ohne Repowering). Insgesamt liegt damit der Fokus sehr klar auf einer Ausschöpfung der Vergütungsdauer und anschließendem Weiterbetrieb.

Für die 16 Anlagenbetreibenden, die die Folgeoption Weiterbetrieb zumindest für einen Teil des betroffenen Portfolios angegeben haben, wurde anschließend ermittelt, welches Geschäftsmodell sie für den Weiterbetrieb ihrer Anlagen planen (Frage 6). Acht Anlagenbetreibende, also die Hälfte der von der Fragestellung betroffenen Anlagenbetreibenden, planen zumindest für einen Teil ihrer Anlagen die Vermarktung über PPAs. Fünf davon (ca. 28 Prozent) planen die vollständige Vermarktung über PPAs, fünf andere Anlagenbetreibende (ca. 31 Prozent) sehen eine Direktvermarktung an der Strombörse vor, davon drei Betreiber für ihr gesamtes betroffenes Portfolio. Die vollständige und teilweise Eigenversorgung plant nur ein Anlagenbetreiber oder eine Anlagenbetreiberin (anteilig für einen Teil des Portfolios). Für vier der Befragten ist das Folgegeschäftsmodell noch offen.

Die acht Befragten, die in der vorherigen Frage bei der Antwortoption PPA eine Angabe gemacht haben, wurden nach der angestrebten PPA-Laufzeit für die Vermarktung befragt (Frage 7). Sieben der Befragten kalkulieren mit einer PPA-Laufzeit von fünf bis zehn Jahren; ein Betreiber bzw. eine Betreiberin gibt eine deutlich längere PPA-Laufzeit von 25 Jahren an.

Für die acht Anlagenbetreibenden, die bei Frage 5 die Option „Rückbau und anschließend Bau einer Neuanlage“ angegeben haben, wurde zusätzlich erfragt, von welcher Leistungssteigerung auf der Fläche im Mittel für die Neuanlagen ausgegangen wird (Frage 8). Mehr als die Hälfte der Befragten erwartet, dass eine Leistungssteigerung auf das zwei- bis dreifach der ursprünglichen Leistung, erreicht werden kann. Zwei Anlagenbetreibende gehen von einer Leistungssteigerung um den Faktor 1,5 (+/-) und eine*einer um den Faktor 5 aus.

Die Ergebnisse zu den Fragen 9 und 10 (Gründe für den Rückbau und zukünftige Nutzung der frei werdenden Flächen) haben aufgrund der geringen Anzahl an Rückmeldungen keine Aussagekraft.³¹¹

³¹¹ Lediglich ein Anlagenbetreiber hat die Option des vollständigen Rückbaus bejaht, und dies auch nur für zehn Prozent seines Portfolios. Der genannte Hauptgrund für den Rückbau ist, dass der Pacht- und Nutzungsvertrag nicht verlängert wird. Die frei werdende Fläche wird danach voraussichtlich wieder landwirtschaftlich genutzt.

Aktives Repowering

Der zweite Teil der Befragung befasst sich mit dem aktiven Repowering. Zu Beginn dieses Themenschwerpunkts erfolgte die generelle Abfrage, ob die Anlagenbetreibenden die Nutzung der Möglichkeit des aktiven Repowerings von PV-Freiflächenanlagen vor dem Ablauf der EEG-Vergütungsdauer nach §§ 38b Abs. 2 und 48 Abs. 4 EEG 2023 beabsichtigen (Frage 11). 31 der 104 befragten Betreibenden (ca. 30 Prozent) gaben an, dass sie die Nutzung des aktiven Repowerings für Anlagen in ihrem Portfolio planen.

Bezogen auf die Portfoliogrößen teilen sich die 31 Betreibenden, die das aktive Repowering in Betracht ziehen, wie in Abb. 27 dargestellt auf. Demnach planen in erster Linie Anlagenbetreibende mit einer Portfoliogröße von mehr als 50 MWp die Option des aktiven Repowerings in Anspruch zu nehmen. Von den kleineren Anlagenbetreibenden planen lediglich 18 Prozent bzw. 40 Prozent mit der genannten Option.

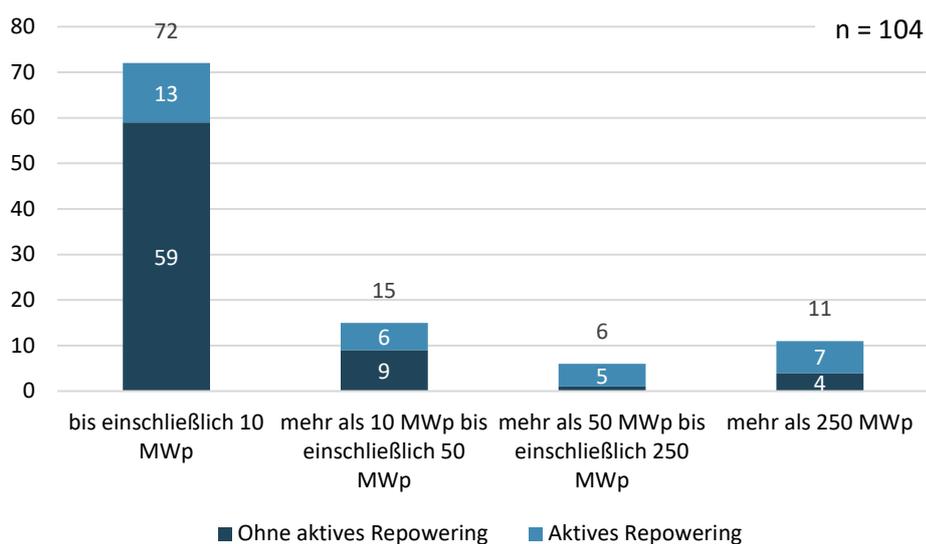


Abb. 27: Anzahl der Anlagenbetreibenden die das aktive Repowering planen (in Verbindung mit der Größe des Anlagenportfolios)

Für diese 31 Teilnehmenden wurden die Fragen 12-18 aktiviert. Die übrigen 73 Teilnehmenden wurden direkt zur Abschlussfrage 19 weitergeleitet. Die nachfolgenden Ergebnisse beziehen sich deshalb auf maximal 31 Befragte, die die Absicht zu aktivem Repowering bejaht haben.

Anschließend wurde gefragt, nach wie vielen Betriebsjahren die Anlagenbetreibenden planen, eine oder mehrere Bestandsanlage(n) im Zuge des aktiven Repowerings zu ersetzen (Frage 12). Fast die Hälfte der Anlagenbetreibenden hatte zum Durchführungszeitpunkt der Umfrage den Zeitpunkt der Inanspruchnahme des aktiven Repowerings noch nicht festgelegt (vgl. Abb. 28). Hingegen der Vermutung, dass es sich dabei hauptsächlich um Anlagenbetreibende mit einem eher kleinen Anlagenportfolio handelt, geben Betreiber aller Größenklassen in ähnlichem Umfang an, dass der Zeitpunkt des aktiven Repowerings noch nicht beschlossen wurde. Fast alle weiteren Anlagenbetreibenden (16 Betreibende) planen das aktive Repowering für die zweite Betriebsdekade, davon – mit neun Nennungen der überwiegende Teil – nach dem 15. Betriebsjahr. Lediglich eine*einer der Anlagenbetreibenden gibt für das aktive Repowering eine Inanspruchnahme vor Beginn des elften Betriebsjahres an.

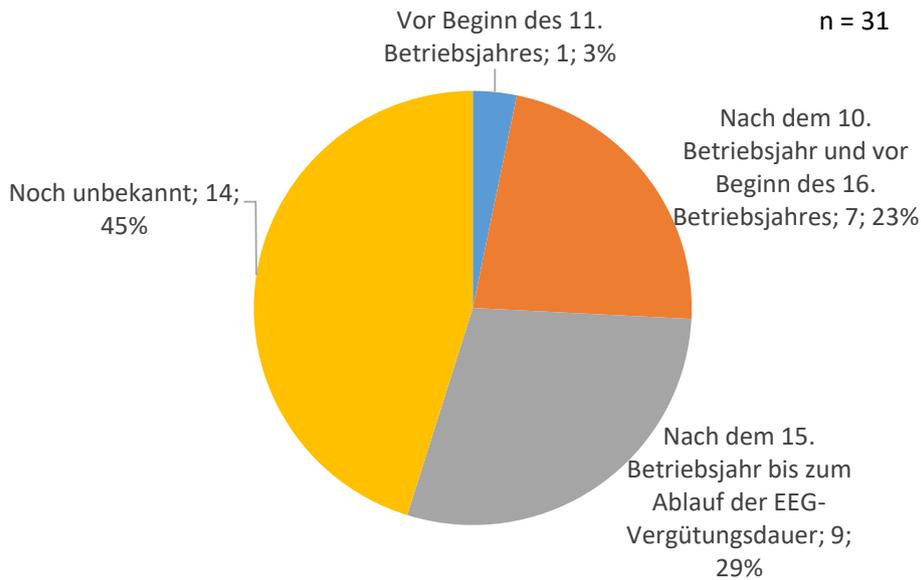


Abb. 28: Geplanter Zeitpunkt des aktiven Repowerings. Angabe nach Betriebsjahren.

Mit der nächsten Frage wurde ermittelt, von welcher Leistungssteigerung die Anlagenbetreibenden durch die Nutzung des aktiven Repowerings ausgehen. Abgefragt wurde das Verhältnis der Anlagenleistung nach dem Repowering zur Leistung vor dem Repowering (Frage 13). Die Befragung ergab einen Mittelwert von 2,2 und einen Median von 2,0 für das erwartete Leistungsverhältnis im Vergleich zur Bestandsanlage (vgl. Abb. 29). Die niedrigste erwartete Leistungssteigerung wurde mit dem Faktor 1,2 angegeben, die Höchste mit dem Faktor 8 (wurde in der Grafik nicht berücksichtigt). Vier der 31 Anlagenbetreibenden konnten keine Angaben zur erwarteten Leistungssteigerung machen.

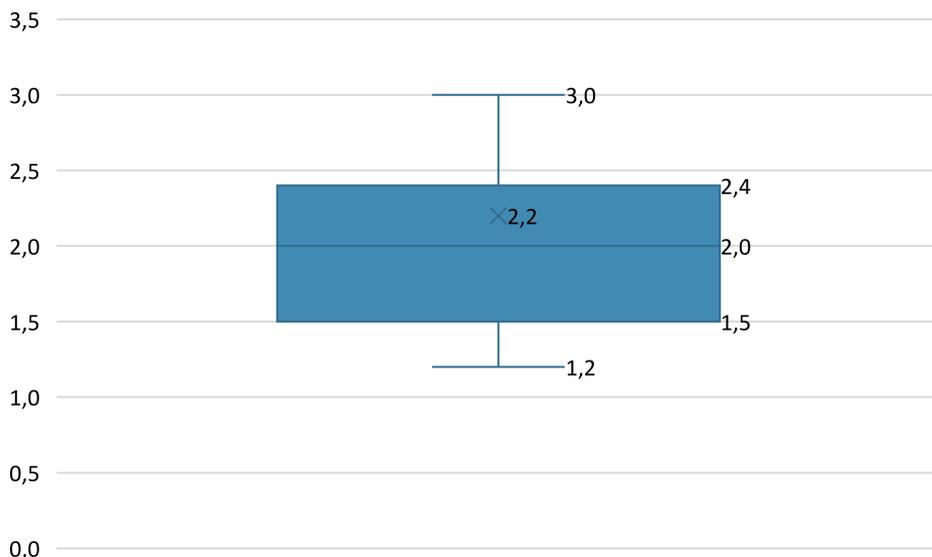


Abb. 29: Mittlere erwartete Leistungssteigerung durch die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings.

Um zu erörtern, aus welchen Gründen die Anlagenbetreibenden das aktive Repowering in Betracht ziehen, wurde anschließend die Gewichtung von vier vorgegebenen Gründen abgefragt. Die Teilnehmenden konnten dabei wählen, in welchem Umfang die Gründe für sie zutreffend sind. Zusätzlich wurde den Betreibenden die Möglichkeit gegeben, weitere Gründe

anzugeben (Frage 14). Als wichtigster Grund für das aktive Repowering wurde die zu erwartende Ertragssteigerung genannt, von der – bis auf eine*n – alle Betreibenden ausgehen (vgl. Abb. 30). Auch die frühzeitige Sicherung der Flächenweaternutzung und die Möglichkeit, auf unkalkulierbare technische Probleme reagieren zu können, spielt für etwa 50 Prozent bzw. 40 Prozent der Befragten eine wichtige Rolle. Die Umsetzung eines anderen Anlagenlayouts spielte hingegen eine eher geringe Rolle. Als weitere Gründe wurden im Freitextfeld Einzelaspekte angegeben³¹².

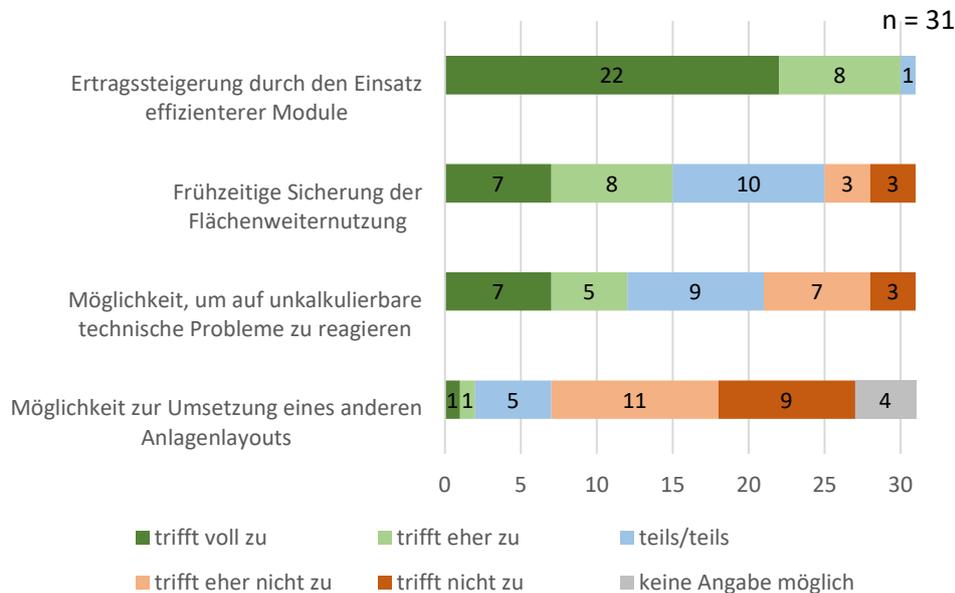


Abb. 30: Gründe für die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings

Die Möglichkeit zur Umsetzung eines anderen Anlagenlayouts wurde in den darauffolgenden beiden Fragen vertieft. Zunächst wurde abgefragt, ob die Anlagenbetreibenden eine Änderung des Anlagenkonzepts/- oder -layouts planen (Frage 15). Von den 31 angesprochenen Betreibenden bejahten diese Frage lediglich sechs (20 Prozent). Aufgrund der geringen Bestrebungen zur Änderung des Anlagenlayouts wird die in der anschließenden Fragestellung aufgeworfenen Frage der detaillierten Anlagenänderung an dieser Stelle nicht weiter vertieft.³¹³

Anschließend wurde abgefragt, welche Vermarktungsform im Rahmen des aktiven Repowerings geplant ist (Frage 16). Knapp 84 Prozent der Anlagenbetreibenden (26 Anlagenbetreibende) planen zumindest für Teile des betroffenen Portfolios eine Direktvermarktung an der Strombörse. Davon planen zehn Anlagenbetreibende für alle ihre Anlagen im Rahmen des aktiven Repowerings eine Vermarktung direkt an der Strombörse. Als zweithäufigste Form wurde mit 60 Prozent (19 Anlagenbetreibende) die Vermarktungsform über PPAs angegeben. Davon planen mehr als die Hälfte der Betreibenden die Vermarktung von

³¹² Weitere genannte Aspekte: Austausch der Leistungselektronik (Wechselrichter), bessere Netzdienlichkeit, Schäden an den bestehenden Modulen, Kostenvorteile ggü. Neuprojekten, bessere Ausnutzung des Anschlusspunktes.

³¹³ Aus den Antworten der sechs Betreibenden, die eine Änderung des Anlagenlayouts anstreben, lässt sich nicht klar ableiten, welches Anlagenkonzept vorwiegend verfolgt werden soll. Drei Anlagenbetreibende haben Bestrebungen in Richtung eines Biodiversitäts-Solarparks angegeben. Die Möglichkeiten zur Errichtung einer Agri-PV-Anlage (Kategorie I bzw. II nach DIN SPEC 91434) werden von den sechs Anlagenbetreibenden eher nicht verfolgt. Zusätzlich wurde die Option genannt eine Änderung der Anlagenlayouts durch die Inkludierung eines Speichers durchzuführen. Im Rahmen der freien Antwortmöglichkeit wurden keine weiteren/anderen Anlagenkonzepte als die vorgegebenen genannt.

mehr als 50 Prozent ihrer Anlagenleistung über PPAs. Auffallend ist an dieser Stelle, dass sich die Gewichtung bzw. Relevanz der Vermarktungsformen deutlich von den Ergebnissen der sechsten Frage aus Teil 1 unterscheidet, in der die generelle Vermarktungsform nach Ende der EEG-Vergütungsdauer abgefragt wurde. Hier lag der Fokus vor allem auf PPAs, welche im Fall des aktiven Repowerings von den Betreibenden als weniger relevant eingestuft wurden.

Mit der nächsten Frage wurde der weitere Nutzungsweg der noch funktionsfähigen Module erörtert. Es wurden hierfür prozentuale Einschätzungen abgefragt. Die Anlagenbetreibenden gehen demnach in einem sehr ähnlichen Verhältnis von der Nutzung der Module auf dem Zweitmarkt sowie dem Recycling der Module aus. Von den 31 betroffenen Anlagenbetreibenden gaben 20 (ca. 65 Prozent) den Nutzungsweg des Zweitmarkts an und fast die Hälfte davon rechnet sogar mit einem vollständigen Verbleib der Module auf dem Zweitmarkt. Ähnlich verhält es sich für das Recycling, von dem 18 Anlagenbetreibende (ca. 60 Prozent) ausgehen. Davon rechnen etwa zwei Drittel mit dem vollständigen Recycling. Auf weitere Nutzungswege entfällt nur ein vernachlässigbarer Teil der Antworten.³¹⁴

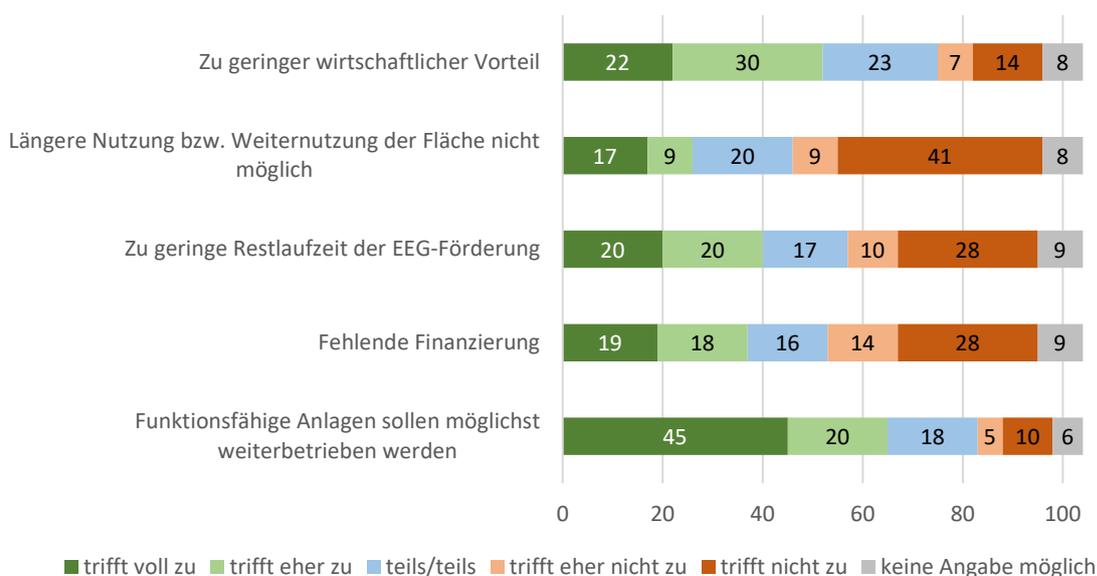


Abb. 31: Gründe gegen die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings

Für alle Umfrageteilnehmenden wurden abschließend die Gründe erörtert, die gegen eine Inanspruchnahme des aktiven Repowerings sprechen. Dadurch könnten in Zukunft die entsprechenden Gründe adressiert werden (vgl. Abb. 31). Der Hauptgrund gegen die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings ist für die befragten Anlagenbetreibenden das Bestreben, funktionsfähige Anlagen möglichst weiterzubetreiben. Für mehr als die Hälfte der 104 Teilnehmenden trifft dieser Grund entweder eher oder voll zu. Für die Hälfte der Befragten trifft der Grund des „zu geringen wirtschaftlichen Vorteils“ entweder eher oder voll zu. Eine fehlende Finanzierung und eine zu geringe Restlaufzeit der EEG-Förderung sind für rund 35 bis 40 Prozent der Anlagenbetreibenden Gründe gegen aktives Repowering. Darüber hinaus wird deutlich, dass eine Weiternutzung der Flächen in den meisten Fällen einem

³¹⁴ Weitere genannte Vermarktungsformen: Speicherung von Wasserstoff und Verkauf des Portfolios.

aktiven Repowering nicht entgegensteht. Weitere Gründe gegen aktives Repowering konnten die Umfrageteilnehmenden in einem Freitextfeld angeben. Die Antworten umfassten vor allem Themen des Netzanschlusses und der Einspeisung.³¹⁵

Zusammenfassung der Befragung

Der erste Teil der Befragung behandelt den Umgang mit dem Auslaufen der EEG-Förderung für Bestandsanlagen. Die Rückmeldungen zeigen, dass die Betreibenden von PV-Freiflächenanlagen, die mindestens 15 Jahre in Betrieb sind, zu einem hohen Teil eine vollständige Ausschöpfung der EEG-Vergütungsdauer planen. Für den Umgang mit den Anlagen nach dem Auslaufen der Vergütung wird in erster Linie auf den Weiterbetrieb der Anlagen und eine Vermarktung über PPAs oder die Direktvermarktung an der Strombörse (z. B. Spotmarkt), gesetzt. Der Neubau oder der vollständige Rückbau der Anlage(n) spielen für die befragten Anlagenbetreibenden nur eine sehr untergeordnete Rolle.

Rund 30 Prozent der Befragten gaben an, dass sie für Anlagen in ihrem Portfolio aktives Repowering planen. Eine deutlich höhere Relevanz spielt aktives Repowering für Betreibende mit größerem Anlagenportfolio. So gehen insgesamt rund 70 Prozent der Betreibenden mit Portfolios zwischen 50 und 250 Megawattpeak bzw. über 250 Megawattpeak davon aus, dass sie für Anlagen in ihrem Portfolio aktives Repowering beabsichtigen. Insgesamt gehen die Befragten im Median von einer Verdopplung der Bestandsleistung durch das aktive Repowering aus. Die zu erwartende Ertragssteigerung ist auch der Hauptgrund für die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings. Die Vermarktung soll vorwiegend im Rahmen der Direktvermarktung an der Strombörse oder mittels PPAs erfolgen. Das am höchsten gewichtete Argument gegen eine Inanspruchnahme des aktiven Repowerings ist das Bestreben der Anlagenbetreibenden ihre noch funktionsfähigen Anlagen ohne zusätzliche Investitionen weiterzubetreiben.

³¹⁵ Weitere genannte Gründe: Netzanschlussprobleme (keine Anschlusskapazität mehr verfügbar bzw. Einspeiselimit am Einspeisepunkt erreicht, zu hohe Komplexität des Anschlusses etc.), technische Unsicherheiten (Erlaubt die Technik eine höhere Leistung?, generell hoher technischer Aufwand, komplexe Messtechnik erforderlich), Ressourcenmangel (problematische Finanzierung, zu wenig Personal und Ressourcen), Umweltbedenken, generell Unwissenheit über das aktive Repowering)

9 Photovoltaik und Wasserstoff

Im Zuge der gesetzlich verankerten Klimaschutzziele und der damit verbundenen Notwendigkeit des Erreichens der Treibhausgasneutralität im Jahr 2045 auf Bundesebene sowie 2050 in Europa wächst die Bedeutung von grünem Wasserstoff als kohlenstofffreie Alternative zu fossilen Brennstoffen sehr dynamisch. Bei der Nutzung von Wasserstoff in Brennstoffzellen entsteht neben Strom und Wärme ausschließlich Wasser, so dass diese Technologien als „Zero Emission“-Technologien gelten. Wird Wasserstoff in Verbrennungsprozessen als Ersatz von Erdgas eingesetzt, entsteht kein Kohlenstoffdioxid (CO_2), weil im Brennstoff kein Kohlenstoff enthalten ist. Verbrennungstypische Emissionen wie Stickoxide treten aber auch beim Einsatz von Wasserstoff auf. Die Herstellung von grünem Wasserstoff erfolgt in der Regel durch den Einsatz von Strom aus erneuerbaren Energiequellen mittels Elektrolyse, in der die Spaltung von Wasser (H_2O) in Sauerstoff (O) und Wasserstoff (H) erfolgt. Dabei entsteht zusätzlich Abwärme, die für die Bereitstellung von Niedertemperaturwärme genutzt werden kann.

Der Strombedarf bedingt eine hohe Abhängigkeit der Wasserstofferzeugungskosten von den Strombezugskosten. Eine Möglichkeit, dieser Herausforderung zu begegnen, ist die direkte Nutzung von erneuerbarem Strom für die Elektrolyse, sei es aus Photovoltaik-, Windenergie- oder Wasserkraftanlagen. Hierüber werden nicht nur die volatilen Strompreisentwicklungen am Strommarkt nivelliert, sondern zumindest teilweise auch direkt Kosten wie Netznutzungsentgelte vermieden. Photovoltaik-Freiflächenanlagen könnten größere Mengen erneuerbaren Stroms produzieren, die direkt für die Elektrolyse genutzt werden könnten.

Im vorliegenden Kapitel wird nach einer kurzen Einordnung des zukünftigen grünen Wasserstoffbedarfs zunächst ein knapper Überblick über die rechtlichen Rahmenbedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff gegeben. Insbesondere wird auf den delegierten Rechtsakt eingegangen, der festlegt, unter welchen Bedingungen Wasserstoff, wasserstoffbasierte Kraftstoffe oder andere Energieträger als erneuerbare Brenn- und Kraftstoffe nicht biogenen Ursprungs angesehen werden können. Daran anschließend erfolgt eine Analyse und Diskussion der Kosten der Wasserstofferzeugung sowie der Rolle von PV-Freiflächenanlagen für die hierfür erforderliche Strombereitstellung.

9.1 Heutige und zukünftige Bedeutung von grünem Wasserstoff

Wasserstoff ist ein wichtiger Rohstoff für die Chemieindustrie. Heute werden 55 bis 60 Terawattstunden Wasserstoff in Deutschland erzeugt und verbraucht; dabei handelt es sich aber fast ausschließlich um grauen Wasserstoff (Kruse et al. 2021). Grauer Wasserstoff wird aus fossilen Energieträgern hergestellt, üblicherweise über die Dampfreformierung von Erdgas. Um das im Klimaschutzgesetz verankerte Ziel der Treibhausgasneutralität 2045 umzusetzen, muss auch die Erzeugung von Wasserstoff klimaneutral erfolgen.

Grüner Wasserstoff wird in Deutschland heute bereits erzeugt. Die Elektrolyseure haben jedoch den Charakter von Pilotanlagen und dienen deshalb weniger der Bereitstellung großer Mengen an grünem Wasserstoff, sondern vielmehr der Generierung von Daten und Prozesswissen für ein zukünftiges Scale-up und die Massenfertigung.

Über den langfristigen Wasserstoffbedarf in Deutschland bestehen aus heutiger Sicht hohe Unsicherheiten. Im Rahmen der „Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland“ im Auftrag des BMWK wurden verschiedene Szenarien berechnet. Allen Szenarien gemein ist, dass im Jahr 2030 mit etwa 30 Terawattstunden relativ geringe grüne Wasserstoffbedarfe erwartet werden. Bis zum Jahr 2045 steigt der Bedarf je nach Szenario zum Teil sehr stark an. So reicht der Wasserstoffbedarf im Jahr 2045 von gut 130

Terawattstunden bis hin zu knapp 700 Terawattstunden. Die Spannbreite ergibt sich aus einem Szenario mit einem starken Einsatz von synthetischen Kohlenwasserstoffen (unterer Wert) und einem starken Einsatz von Wasserstoff (hoher Wert). Durch Elektrolyseure im Inland abgedeckt werden davon rund 130 Terawattstunden (100 Prozent des Bedarfs der obigen geringeren Zahl) bis zu 270 Terawattstunden (knapp 40 Prozent des oben angegebenen hohen Gesamtbedarfs). Bei einem Wirkungsgrad von 70 Prozent werden dazu folglich bis zu 390 Terawattstunden Strom benötigt.

Die Szenarien geben keinen Anhaltspunkt dazu, zu welchen Anteilen PV-Strom zur Wasserstoffherzeugung genutzt wird. Tendenziell ist es jedoch so, dass nur im Fall des Szenarios mit dem geringstem Wasserstoffbedarf 2045 weniger PV-Leistung installiert wird (400 Gigawatt, die rund 360 Terawattstunden pro Jahr erzeugen). In allen anderen Szenarien zeigen die Modellierungsergebnisse rund 430 Gigawatt PV-Leistung (rund 390 Terawattstunden pro Jahr).

9.2 Rechtliche Rahmenbedingungen für die Produktion von grünem Wasserstoff

Der delegierte Rechtsakt der Europäischen Kommission zur Definition von grünem Wasserstoff als Konkretisierung von Art. 27 der Renewable Energy Directive II (RED II) wurde am 10.02.2023 vorgelegt und trat am 10.07.2023 in Kraft. Er legt fest, welche Kriterien bei der Erzeugung von Wasserstoff und dessen Derivaten (den sogenannten Renewable Fuels of Non-Biological Origin auch RFNBOs), erfüllt sein müssen, damit dieser als erneuerbare Energie auf die Zielvorgabe im Verkehrssektor gem. Art. 25 Abs. 1 RED II angerechnet werden kann. Im Rahmen dieser Festlegung sind verschiedene Varianten von grünem Strombezug definiert, die hier explizit für den Bezug von Strom aus Photovoltaikanlagen dargestellt werden, aber für den Bezug von Strom aus allen erneuerbaren Energien außer Biomasse gelten.

Für Elektrolyseure in räumlicher Nähe zu PV-Freiflächen-Anlagen ist vor allem die Variante Direktleitung (Art. 3 DA) mit den definierten Voraussetzungen relevant.

- **Direktbezug mit Zusätzlichkeitskriterium:** Der Strom für die Wasserstoffproduktion wird direkt von einer erneuerbaren Stromerzeugungsanlage bezogen, ohne dass dazwischen das öffentliche Stromnetz genutzt wird. Die Inbetriebnahme der erneuerbaren Anlage darf maximal 36 Monate vor Inbetriebnahme des Elektrolyseurs erfolgen (sog. Zusätzlichkeitskriterium). Dies soll sicherstellen, dass der für die Elektrolyse bezogene Strom aus neuen zusätzlichen Stromerzeugungsanlagen stammt und über die Wasserstoffherzeugung nicht die Dekarbonisierungsziele der Stromerzeugung konterkariert werden (dass also etwaiger für Elektrolyse genutzter EE-Strom, der anderweitig fehlt, durch fossil erzeugten Strom ersetzt würde). Bei der Direktleitung bzw. dem Direktbezug darf die erneuerbare Stromerzeugungsanlage an das Stromnetz angeschlossen sein und in dieses einspeisen, es muss aber über einen Smart Meter sichergestellt werden, dass kein aus dem Netz bezogener Strom für die Wasserstoffproduktion eingesetzt wird (Hoffmann 2023). Eine Kombination von Wasserstoffherzeugung mit Direktleitung (Art. 3 DA) und anteiligem Netzbezug (Art. 4 DA) ist möglich, muss dann aber weitere Kriterien erfüllen (siehe Abschnitt 9.4).

Neben der Direktleitung ist auch der ausschließliche Strombezug aus dem Netz (Art. 4 DA) möglich. Dabei gibt es verschiedene Möglichkeiten, den grünen Strom zu beziehen, um die Kriterien für grünen Wasserstoff zu erfüllen.

- Netzbezug mit hohem EE-Anteil: Wenn in einer Gebotszone bereits ein EE-Anteil von mehr als 90 Prozent erreicht ist, gilt der mit Netzstrom erzeugte Wasserstoff grundsätzlich als erneuerbar. Es sind keine weiteren Kriterien zu erfüllen. Allerdings darf die Laufzeit der Elektrolyse innerhalb eines Kalenderjahres nicht die Höchstzahl von Stunden überschreiten, die sich aus dem Anteil des erneuerbaren Stroms am gesamten Strom im Netz ergibt. Bei einem Anteil von 95 Prozent EE-Strom, darf die Elektrolyse an 95 Prozent der Jahresstunden produzieren.
- Netzbezug aus Netz geringer Emissionen (weniger als 18 Gramm Kohlenstoffdioxid-Äquivalent je Megajoule): Dies ist eine Sonderregelung für Länder mit niedrigen Emissionswerten, was z. B. durch hohe Anteile von Strom aus Kernenergie erreicht wird. Hier ist für den Strombezug der Abschluss eines EE-PPA nachzuweisen. Dieser darf auch mit Bestandsanlagen abgeschlossen werden. Die Einhaltung eines Zusätzlichkeitskriteriums ist nicht erforderlich. Allerdings müssen weitere Kriterien erfüllt sein. Es muss eine zeitliche Korrelation nachgewiesen werden, d. h. EE-Stromerzeugung und -verbrauch müssen im selben Kalendermonat und ab 01. Januar 2030 in derselben Stunde erfolgen. Darüber hinaus muss die geografische Korrelation erfüllt sein. Dabei müssen sich die EE-Anlage und der Elektrolyseur in derselben Gebotszone oder in einer verbundenen Gebotszone mit gleichem oder höherem Strompreis befinden. Oder die erneuerbare Anlage befindet sich in einer Offshore-Gebietszone, die mit der Gebotszone, in der sich der Elektrolyseur befindet, verbunden ist. Darüber hinaus können die EU-Mitgliedstaaten zusätzliche Standortkriterien einführen.
- Netzbezug mit Redispatch: Wird Strom aus einem Netz mit hohem EE-Anteil, der aufgrund von Netzengpässen aberegelt werden müsste, zur Wasserstoffproduktion in Elektrolyseanlagen eingesetzt, so gilt der damit erzeugte Wasserstoff als erneuerbar (grüner Wasserstoff).
- Netzbezug mit Power Purchase Agreement (PPA): Dies ist der häufigste zu erwartende Fall. Der Strombezug aus erneuerbaren Anlagen ist über ein Power Purchase Agreement (Bilateraler Vertrag zwischen Erzeuger und Abnehmer des Stroms aus erneuerbaren Energiequellen) nachzuweisen. Dabei gelten die Kriterien der Zusätzlichkeit (Stromerzeugungsanlage darf maximal 36 Monate vor dem Elektrolyseur in Betrieb gehen)³¹⁶, zeitlichen Korrelation (Nachweis der gleichzeitigen Erzeugung von EE-Strom und Elektrolyse auf kalendermonatlicher Basis bzw. ab 01. Januar 2030 auf kalenderstündlicher Basis) und geografischen Korrelation (EE-Anlage und Elektrolyseur sind in derselben Gebotszone oder in einer verbundenen Gebotszone mit gleichem oder höherem Strompreis, ggf. zusätzliche Standortkriterien der EU-Mitgliedsstaaten). (Hoffmann 2023)

Auf nationaler Ebene ist für die Produktion von grünem Wasserstoff aus erneuerbaren Energien besonders das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2023) hervorzuheben, mit dem in der letzten Überarbeitung ein gesetzlicher Rahmen für den Vorrang erneuerbarer Energien geschaffen wurde. Bau und Betrieb von EE-Anlagen liegen nunmehr gem. § 2 Satz 1 EEG 2023 im überragenden öffentlichen Interesse und dienen ferner der öffentlichen Sicherheit.

³¹⁶ Für das Zusätzlichkeitskriterium gelten Übergangsfristen. Elektrolyseure, die vor dem 01.01.2028 in Betrieb gehen, müssen die Zusätzlichkeit der Stromerzeugung erst zum 01.01.2038 nachweisen. Sie können also mindestens die ersten 10 Betriebsjahre auch mit Strom aus Bestandsanlagen agieren. Hier bieten sich ggf. Geschäftsmodelle für PV-Freiflächenanlagen, wenn diese im Zusammenspiel mit anderen erneuerbaren Bestandsanlagen in einem PPA zusammengefasst werden.

Zudem wurden Ausschreibungen für Anlagen zur Erzeugung von Strom aus grünem Wasserstoff in das novellierte EEG aufgenommen³¹⁷. Damit wird ein neues Segment für die Förderung und den Markthochlauf von Wasserstoff geschaffen. Erste Ausschreibungen sollen bereits 2023 starten. Vorgesehen sind Ausschreibungen von insgesamt 4.400 Megawatt für innovative Konzepte mit wasserstoffbasierten Stromspeichern (§ 39o EEG) und für Anlagen zur Stromerzeugung aus grünem Wasserstoff mit einem Gesamtvolumen von 4.000 Megawatt (§ 39p EEG).³¹⁸

9.3 Wirtschaftlichkeit der Wasserstoffherzeugung

Für die Etablierung von erneuerbarem Wasserstoff als Energieträger spielt es eine entscheidende Rolle, dass Elektrolyseanlagen wirtschaftlich betrieben werden können. Die Herstellung von Wasserstoff via Elektrolyse ist derzeit sowohl im Vergleich zur Beschaffung von herkömmlichen fossilen Brennstoffen als auch im Vergleich zur herkömmlichen Produktion von Wasserstoff aus Erdgas via Dampfreformierung noch relativ kostenintensiv.

Die Gestehungskosten von Wasserstoff werden durch drei wesentliche Faktoren beeinflusst. Die beiden Hauptkostenbestandteile sind die Investitionskosten für die Elektrolyse zuzüglich mit den Finanzierungskosten, aus denen sich die fixen Kapitalkosten ergeben und die Strombezugskosten als wesentlicher Bestandteil der Betriebskosten. Darüber hinaus beeinflussen die jährlichen Volllaststunden der Elektrolyseanlage, die Kosten der Wasserstoffherzeugung ebenfalls signifikant, denn je höher die jährlichen Volllaststunden, desto höher die produzierte Wasserstoffmenge, auf die die Kapitalkosten verteilt werden kann. Hier muss je nach den individuellen Ausgangsbedingungen eine optimierte Betriebsweise identifiziert oder entwickelt werden. Zusätzlich sind fixe Wartungs- und Betriebskosten zu berücksichtigen. In den Wasserstoffgestehungskosten für den Kunden finden sich weitere Kostenbestandteile wie Transportkosten für den Wasserstoff und Vertriebsmargen.

Eine Orientierung zur Höhe der Wasserstoffgestehungskosten aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur herkömmlichen Wasserstoffproduktion auf Basis fossilen Erdgases gibt der Wasserstoff-Vollkostenindex Hydex-PLUS. Im Gegensatz zu anderen Energieträgern gibt es für Wasserstoff als Energieträger derzeit weder eine Handelsplattform noch einen Marktpreis, der sich aus Angebot und Nachfrage ergeben würde. Der Wasserstoff-Vollkostenindex „Hydex-PLUS“ ist daher ein Vergleichstool, das mit verschiedenen Berechnungsschritten Kosten für Wasserstoff ausweist, nicht aber Marktpreise. So weist er die Vollkosten für verschiedene Wasserstoff-Herkunftsquellen aus. Unterschieden wird nach der Erzeugungstechnologie: grüner Wasserstoff aus Elektrolyse mit erneuerbarem Strom, blauer Wasserstoff aus Dampfreformierung von Erdgas mit Kohlenstoffdioxid-Abtrennung und -Speicherung und grauer Wasserstoff aus konventioneller Dampfreformierung von Erdgas ohne Kohlenstoffdioxid-Abscheidung. (energateg messenger 2023a: entnommen am 05.05.2023)

Beim Hydex-PLUS werden die variablen Betriebskosten aus den Börsenstrompreisen des vergangenen Jahres berechnet und in aufsteigender Reihenfolge sortiert. Die Kapitalkosten und die Betriebskosten werden dann in 24-Stunden-Schritten kumuliert. Die Volllaststunden werden entsprechend in 24-Stunden-Schritten angegeben. Jedem Schritt wird genau ein Vollkostenwert zugeordnet. Mit steigender Volllaststundenanzahl verringert sich der Einfluss der Kapitalkosten auf die Vollkosten, im Gegenzug kommen mehr Tage mit immer höheren

³¹⁷ Es handelt sich bei diesen Anlagen allerdings nicht um Anlagen, mit denen Wasserstoff erzeugt wird, sondern Anlagen zur Stromerzeugung aus Wasserstoff.

³¹⁸ Bundesanzeiger, Gesetz zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor. Bundesgesetzblatt Teil I. 28. Juli 2022. Nr. 28, S. 1237. <https://dservier.bundestag.de/btd/20/016/2001630.pdf>

variablen Betriebskosten bzw. Börsenstrombezugs-Kosten hinzu. Aus dieser Parametervariation ergibt sich ein kostenoptimaler Betriebspunkt bzw. eine Volllaststundenzahl mit möglichst niedrigen Vollkosten (energate messenger 2023b: entnommen am 05.05.2023). Bei einem Direktbezug von Strom aus einer Photovoltaikanlage oder dem Abschluss eines PPA kann sich die Kostensituation deutlich anders darstellen, weil die Volatilität des Börsenstrompreises nicht berücksichtigt werden muss und gleichzeitig die Volllaststundenzahl nicht durch den Börsenstrompreis beeinflusst wird. Dennoch kann der Hydrex-PLUS wichtige Anhaltspunkte für die Kostenvergleichsrechnung liefern.

Der Kostenberechnung liegen folgende Parameterannahmen zugrunde:

Tab. 43: Parameter zur Kostenberechnung verschiedener Optionen zur Wasserstoffherzeugung (energate messenger 2023b: entnommen am 05.05.2023)

Parameter	Einheit	Elektrolyse (green)	Erdgas mit CCS (blue)	Erdgas ohne CCS (grey)
Lebensdauer/Abschreibungszeitraum	Jahre (a)	20	20	20
WACC (kalkulatorischer Zins)	Prozent (%)	8	8	8
Spez. Investitionskosten	EUR/kW	1.000	1.450	800
Betrieb & Instandsetzung (O&M)	Prozent des Invests (%)	2,2	3,0	4,7
Wirkungsgrad	Prozent (%)	65	70	75
Strom- bzw. Gasabgaben	EUR/MWh	16,95	9,94	9,94
Wasserkosten	EUR/m ³	4,00	-	-

Abb. 32 zeigt die Kostenentwicklung im Jahr 2023 für grünen Wasserstoff (green) aus der Elektrolyse mit erneuerbarem Strom, blauen Wasserstoff (blue) aus der Dampfreformierung von Erdgas mit CO₂-Abtrennung und -Speicherung und grauen Wasserstoff (grey) aus der konventionellen Dampfreformierung von Erdgas.

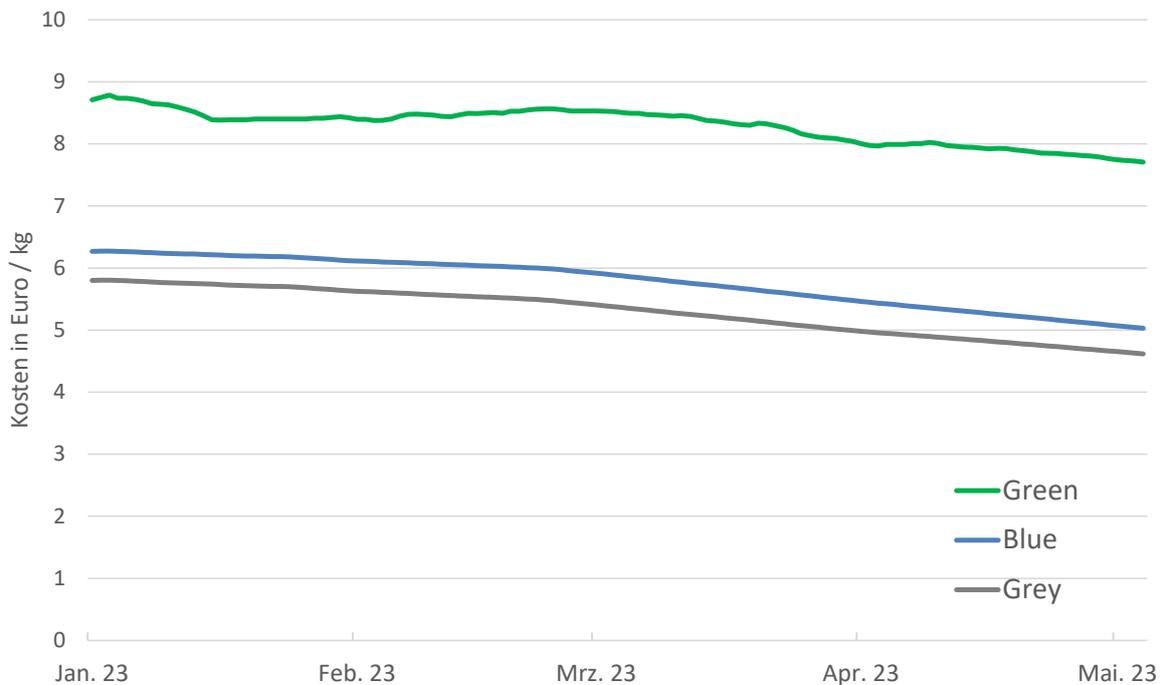


Abb. 32: HydexPLUS Wasserstoff-Vollkostenindex 1. Januar bis 5. Mai 2023

Im Zeitraum vom 1. Januar 2023 bis zum 4. Mai 2023 betragen die durchschnittlichen Kosten für grünen Wasserstoff 249 Euro je Megawattstunde bzw. 8,29 Euro je Kilogramm (basierend auf 2.711 Volllaststunden). Sie sanken im Zeitverlauf aufgrund fallender Erdgas- bzw. Börsenstrompreise von 261 Euro je Megawattstunde (€/MWh) bzw. 8,71 Euro je Kilogramm (€/kg) (1. Januar 2023) auf 231 €/MWh bzw. 7,71 €/kg (4. Mai 2023).

Die Durchschnittskosten für blauen Wasserstoff lagen bei 173 €/MWh (5,78 €/kg) und für grauen Wasserstoff bei 159 €/MWh (5,30 €/kg), so dass grauer Wasserstoff im betrachteten Zeitraum durchgehend die günstigste Wasserstoffquelle darstellte.

Voraussichtlich ab etwa 2030 kann erneuerbarer Wasserstoff jedoch einen substantiellen und wachsenden Beitrag zur Unabhängigkeit von fossilen Energieträgern leisten. Bei vollständiger Befreiung der Elektrolyse von Netzentgelten wird erneuerbarer Wasserstoff gegenüber fossilem Wasserstoff bereits um 2030 wirtschaftlich. Das zeigen die Prognosen einer Ariadne-Analyse mit den Bereitstellungskosten von Wasserstoff. Beim Direktbezug von Strom aus EE-Anlagen fallen keine Netzentgelte an, so dass die Aussagen für diesen Fall ggf. schon deutlich früher zutreffen. Abb. 33 zeigt die Bereitstellungskosten von Wasserstoff bzw. die spezifischen Vollkosten (Wasserstoffgestehungskosten) pro Megawattstunde Wasserstoff für verschiedene Lieferketten.

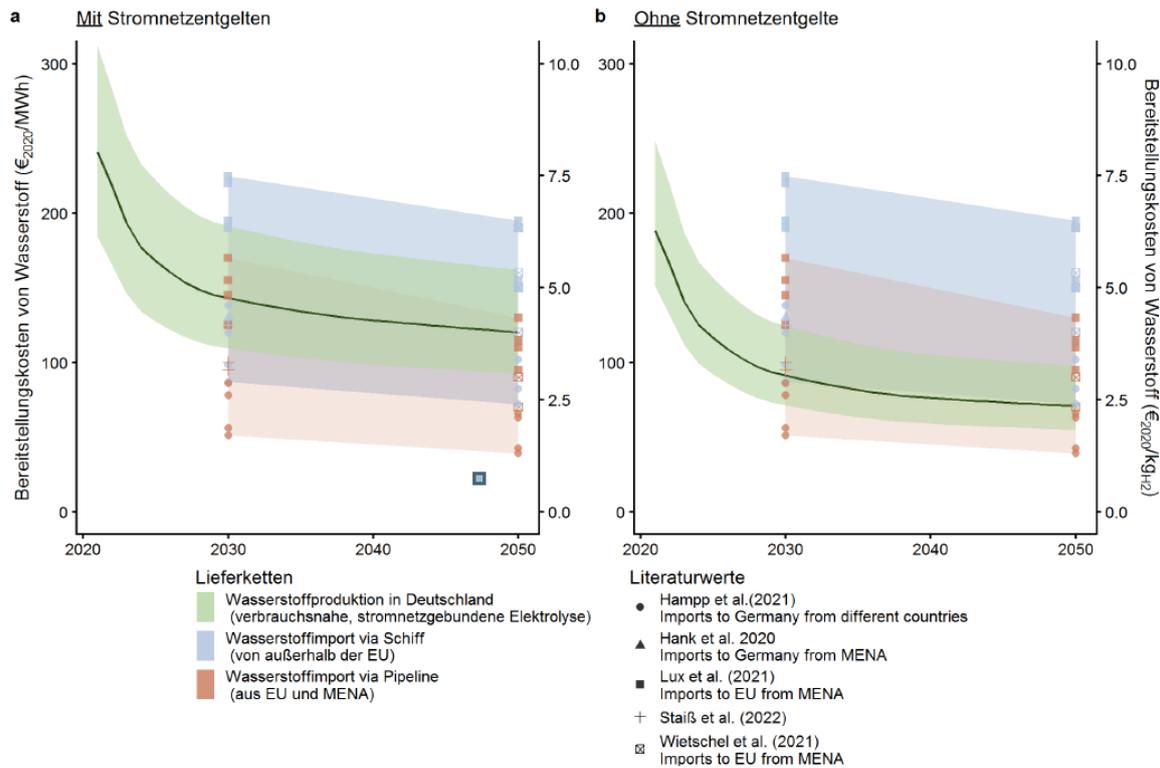


Abb. 33: Bereitstellungskosten von Wasserstoff (spezifische Vollkosten pro Megawattstunde (MWh) Wasserstoff (H₂)) (Odenweller et al. 2022)

Insbesondere die inländische verbrauchsnahe oder stromnetzgebundene Wasserstoffproduktion wird bis mindestens 2025 und voraussichtlich auch bis 2030 den größten Beitrag zu den in Deutschland verfügbaren Wasserstoffmengen leisten. Ab 2030 könnten schrittweise auch substantielle Mengen von grünen Wasserstoffimporten via Schiff und Pipeline realisiert werden. Besonders Pipelineimporte (aus der EU und der MENA-Region³¹⁹) haben das Potenzial, die Kosten für die Bereitstellung grünen Wasserstoffs zu senken, jedoch bleiben die Kostenabschätzung unsicher und die Bildung eines Wasserstoffpreises komplex. (Odenweller et al. 2022)

Wasserstoff wird als Energieträger und Rohstoff für die Industrie eine wichtige Rolle bei der Dekarbonisierung spielen. Die wirtschaftlichen Argumente für Wasserstoff sind vielfältig. Zum einen kann erneuerbarer Wasserstoff dazu beitragen, die Treibhausgasemissionen in schwer zu dekarbonisierenden Bereichen zu reduzieren (klimaneutrale Produktion). Darüber hinaus könnten sich aufgrund gestiegener Energiepreise erste rein wettbewerbsgetriebene Business Cases für Wasserstoff am Horizont abzeichnen. Insbesondere in Bereichen wie der Schwerlast-Mobilität oder der Industrie. Zudem gibt es auch politische Anreize, da die Förderung von Wasserstofftechnologien Teil der Klima- und Industriepolitik ist. Diese Entwicklungen können Anreize bieten, PV-Freiflächenanlagen explizit zur Strombereitstellung für die Wasserstoffproduktion zu planen und zu errichten.

9.4 Nutzung von PV-Strom zur Wasserstofferzeugung

Im folgenden Kapitel wird dargelegt, unter welchen Voraussetzungen eine Elektrolyseanlage in Kombination mit einer PV-Freiflächenanlage realisiert werden kann. Zudem wird gezeigt,

³¹⁹ MENA-Region ist ein Akronym für „Middle East and North Africa“-Region und umfasst die Staaten im nördlichen Afrika von Marokko im Westen bis zum Iran im Osten.

wie Strom aus PV-Anlagen mit anderen erneuerbaren Stromquellen kombiniert werden kann, um Wasserstoff kostengünstig herzustellen.

Basierend auf den Varianten für den grünen Strombezug im delegierten Rechtsakt werden nachfolgend die verschiedenen Optionen dargestellt, in denen PV-Strom für die Wasserstoffherzeugung genutzt werden kann. Dabei kann es sich um eine Direktleitung (Art. 3 DA) bzw. einen Direktbezug (z. B. von einer PV-Freiflächenanlage) oder um den Bezug von Photovoltaik-Strom aus dem Netz (Art. 4 DA), z. B. mit einem Solar-PPA, handeln. Darüber hinaus können für den Betrieb einer Elektrolyseanlage auch verschiedene Strombelieferungsoptionen ebenso wie Erzeugungsanlagen für den grünen Strombezug kombiniert werden. Beispielsweise könnte ein Elektrolyseanlagenbetreiber auch nach dem delegierten Rechtsakt eine Direktleitung von einer EE-Anlage mit einem anteiligen Netzbezug für die Wasserstoffherzeugung kombinieren.

Wasserstoffherzeugung mit einer Direktleitung (Art. 3 DA)

Bei einer Dimensionierung eines Elektrolyseurs entsprechend der Leistung der PV-Freiflächenanlage wäre maximal eine Wasserstoffherzeugung bis zur Volllaststundenzahl der PV-Freiflächenanlage in der Größenordnung von 1.000 Volllaststunden möglich. Aufgrund des starken Einflusses der Volllaststunden auf die Wasserstoffgestehungskosten würde dies bei den derzeitigen und kurzfristig absehbaren Investitionskosten (CAPEX) der Elektrolyseanlagen zu Wasserstoffgestehungskosten von deutlich über zehn Euro je Kilogramm (€/kg) führen. Dies erscheint aktuell nicht wettbewerbsfähig, weshalb hier alternative Betriebsformen gewählt werden müssen. Ein möglicher Weg ist es, die Elektrolysekapazitäten um ein Vielfaches mit Photovoltaik-Leistung "zu überbauen". Ein Beispiel liefert Aurora (2022) in der Publikation „Scaling up the hydrogen economy: Opportunities for renewables“. Bei einer Direktleitung von einer PV-Freiflächenanlage zum Elektrolyseur wird unter Berücksichtigung der dort angegebenen Rahmenbedingungen die Leistung der PV-Freiflächenanlage um den Faktor zehn größer dimensioniert als die Leistung der Elektrolyseanlage. Bei dieser Auslegung im Verhältnis PV-Freiflächenanlage zu Elektrolyseur erreicht der Elektrolyseur nach der Berechnung von Aurora (2022) 2.500 Volllaststunden. Die Wasserstoffgestehungskosten für das Jahr 2025 wurden auf dieser Basis mit 6,50 €/kg angegeben. Andere Analysen geben je nach Leistungsverhältnis 2.500 bis 4.000 Volllaststunden an. Auch herstellerseitig gibt es Empfehlungen für die Auslegung in einem Verhältnis von PV-Leistung zu Elektrolyse von sechs bis acht (Detke 2023). Der Elektrolyseur könnte damit eine wirtschaftliche Volllaststundenzahl erreichen, während gleichzeitig kontinuierlich Strom der PV-Freiflächenanlage ins Stromnetz verkauft wird (ohne dass eine Direktverbindung vom Elektrolyseur zum Netz besteht). Bei deutlich reduzierten Investitionskosten für Elektrolyseanlagen, die sich durch die Skalierung und Industrialisierung ergeben werden, können sich wirtschaftliche Betriebsweise dann auch bei deutlich weniger Volllaststunden ergeben.

Wasserstoff mit Netzbezug (Art. 4 DA)

Wie in Abschnitt 9.1 dargestellt, gibt es vier verschiedene Varianten des Netzbezugs (Art. 4 DA). Über die genannten Varianten mit hohem EE-Anteil, einem Netz mit geringen spezifischen Emissionen, Redispatch oder beim Netzbezug mit PPA soll grundsätzlich sichergestellt werden, dass 100 Prozent EE-Strom bezogen und zur Elektrolyse eingesetzt wird. Beim Netzbezug mit PPA ist eine standortgenaue Betrachtung der EE-Anlagen zur Erfüllung der Zusätzlichkeitskriterien erforderlich. Erläuterungen hierzu finden sich im Abschnitt 9.1, weiterführende Informationen im delegierten Rechtsakt der Europäischen Kommission. Beispielsweise wäre es möglich einen Solar- bzw. PV-PPA abzuschließen, unter Erfüllung der Zusätzlichkeit sowie zeitlicher und geografischer Korrelation. Dieser kann über Wind-PPA

und bis 2038 auch Wasserkraft-PPA ergänzt werden, um höhere Volllaststunden zu generieren.

Kombination: Wasserstoffherzeugung mit einer Direktleitung (Art. 3 DA) und anteiliger Netzbezug (Art. 4 DA)

Als weitere Variante der grünen Stromversorgung wird sich in Zukunft voraussichtlich eine Wasserstoffherzeugung mit Direktleitung und anteiligem Netzbezug etablieren. Der Vorteil liegt in der Diversifizierung der Stromquellen und der daraus resultierenden optimalen Dimensionierung und dem kosteneffizienten Echtzeitbetrieb der Elektrolyseanlage. Für den Direktbezug bieten sich hier insbesondere in der Industrie PV-Freiflächen- oder große Dachanlagen an, wogegen der anteilige Netzbezug eher über Wind-PPA gedeckt werden kann.

Elektrolyseprojekte mit PV-Strom in Deutschland

Zum Stand Februar 2023 waren in Deutschland 68 Megawatt Elektrolyseleistung installiert (E.ON SE 2023). Die Stromquellen sind größtenteils nicht transparent dargestellt. Belastbare Aussagen zu Elektrolyseprojekten mit Strombezug aus Photovoltaik sind mit der vorliegenden Datenbasis derzeit nicht möglich. Ein Auszug von Beispielen aus Deutschland zeigt ausgewählte Elektrolyseanlagen, die nach eigenen Angaben Strom aus PV-Anlagen beziehen. Die genaue Ausgestaltung des Strombezugs, ob über PPA oder ggf. über Direktleitungen, ist zum jetzigen Zeitpunkt nicht bekannt.

Tab. 44: Beispiele für Elektrolyseprojekte mit Strombezug aus PV

Standort	Betreiber	MW _{el} (Elektrolyse)	Status	Stromquelle
Nordfriesland	eFarm GmbH & Co. KG	1,125 MW	In Betrieb seit 2020	Wind & PV (Detke 2023)
Esslingen	Green Hydrogen Esslingen	1 MW	In Betrieb seit 2021	WEA (Ende der EEG-Förderung) und solarer Überschussstrom (Green Hydrogen Esslingen GmbH o.J.)
Rheinland Raffinerie, Wesseling	Shell Deutschland Oil GmbH	10 MW	In Betrieb seit 2021	Wind & PV, Netzbezug (Element Energy 2022)
Wunsiedel	WUN H2 GmbH	9 MW	In Betrieb seit 2022	PV & Wind (WUN H2 GmbH o.J.)

9.5 Ergebnisse

Wasserstoff wird eine bedeutende Rolle in einem treibhausgasneutralen Energiesystem spielen. Ohne erneuerbare Energien wird eine nachhaltige Wasserstoffwirtschaft jedoch nicht möglich sein. Hierfür ist ein beschleunigter Ausbau erneuerbarer Energien eine grundlegende Voraussetzung.

Der rechtliche Rahmen, der durch den delegierten Rechtsakt geschaffen wurde, bietet eine klare Richtschnur, entlang derer zukünftige Geschäftsmodelle aufgebaut werden können. Bis grüner Wasserstoff wirtschaftlich rentabel wird, müssen Unternehmen zusätzliche Anreize, Förderungen oder Ausgleichszahlungen erhalten.

Es gibt bereits erste Elektrolyseprojekte, die direkt auf PV-Strom basieren. In ganz Deutschland sind aktuell 68 Megawatt Elektrolyseleistung installiert. Bisher werden vor allem Wind-

energieanlagen als direkte Stromquelle genutzt. Doch aufgrund der dynamischen Entwicklungen von PV-Freiflächenanlagen und der Kostenreduktion von Elektrolyseuren wird die solare Wasserstofferzeugung zunehmend attraktiver.

Die wachsende Nachfrage nach Wasserstoff zur Dekarbonisierung von Industrie und Verkehr wird voraussichtlich auch den Ausbau von PV-Freiflächenanlagen in Deutschland anreizen. Es ist zu erwarten, dass in Zukunft mehr PV-Freiflächenanlagen zur Wasserstoffproduktion genutzt werden, um den steigenden Bedarf zu decken.

10 Kurzanalyse zu den besonderen Solaranlagen in den Innovationsausschreibungen und im EEG 2023

Zum Gebotstermin 01. April 2022 wurden von der Bundesnetzagentur gemäß den damaligen EEG-Regelungen ein Gebotsvolumen von einmalig 50 Megawatt vorrangig an Gebote für Anlagenkombinationen ausgeschrieben, die „besondere Solaranlagen“ enthalten. Eine Anlagenkombination setzt sich gemäß § 2 Nr. 1 InnAusV zusammen entweder aus Anlagen verschiedener erneuerbarer Energien oder aus Anlagen mit Einrichtungen zur Energiespeicherung unter Beteiligung von Wind- oder Solarenergie. Die Anforderungen an besondere Solaranlagen werden in Abschnitt 10.1 beschrieben.

Mit der Neuregelung des EEG wurden die besonderen Solaranlagen ab 2023 in die regulären Ausschreibungen für Freiflächenanlagen („Solaranlagen des ersten Segments“) überführt (vgl. Abschnitt 10.2). Die Anforderungen an die Standorte wurden im Wesentlichen beibehalten. Zusätzlich mit in die Flächenkulisse aufgenommen wurden Anlagenstandorte auf Moorböden, die entwässert und landwirtschaftlich genutzt werden und zukünftig dauerhaft wiedervernässt werden sollen. Mit der Integration in die regulären Ausschreibungen für Freiflächenanlagen entfällt die Anforderung zu einer Anlagenkombination entweder mit Speicher oder einer anderen EE-Technologie. Mit Boni werden die Mehrkosten für Agri-PV-Anlagen adressiert.

Anschließend werden in Abschnitt 10.3 die Ergebnisse auf Basis öffentlich verfügbarer Angaben ausgewertet, gefolgt von einer Bewertung der Ergebnisse der Ausschreibungen für besonderer Solaranlagen (Abschnitt 10.4).

10.1 Anforderungen an „besondere Solaranlagen“ für Innovationsausschreibungen

Die Anforderungen, die insbesondere an besondere Solaranlagen auf Gewässern, Ackerflächen bei gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf der Fläche und Parkplatzflächen zu stellen sind, waren bis 01. Oktober 2021 festzulegen. Den Anlagen sei gemein, dass eine Doppelnutzung der Grundflächen am Installationsort stattfinden kann. Hierzu führte die Bundesnetzagentur (BNetzA) zwischen dem 16. Juni 2021 und dem 16. Juli 2021 eine Konsultation unter den Beteiligten und den vom Verfahren berührten Wirtschaftskreisen durch (BNetzA 2021a). 34 Stellungnahmen wurden abgegeben.

Die Bundesnetzagentur hat dann termingerecht die Voraussetzungen für die besonderen Solaranlagen nach § 15 InnAusV festgelegt und die Anforderungen definiert, die an diese Anlagen zu stellen sind (BNetzA 2021b). Die Festlegungen beziehen sich auf „besonderen Solaranlagen“

- auf Gewässern (§ 15 Nr. 1 InnAusV),
- auf Ackerflächen bei gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf derselben Fläche (§ 15 Nr. 2 lit. a) InnAusV) und auf landwirtschaftlich genutzten Flächen, auf denen Dauerkulturen oder mehrjährige Kulturen angebaut werden (§ 15 Nr. 2 lit. b) InnAusV)
- und auf Parkplatzflächen (§ 15 Nr. 3 InnAusV).

10.1.1 Besondere Solaranlagen auf Gewässern

Gemäß Festlegung dürfen Solaranlagen auf allen Gewässerkategorien gemäß § 3 WHG unter Einhaltung der geltenden wasserrechtlichen Bestimmungen errichtet und betrieben werden. Die wasserrechtliche Erlaubnis gilt als relevanter Nachweis gegenüber dem Netzbetreiber.

Eine Auswertung der Stellungnahmen ist seitens der Forschungsnehmer nicht erfolgt. Aus der Begründung der Bundesnetzagentur geht hervor, dass in den Stellungnahmen u. a. vorgebracht wurde, die Gewässerkategorien auf künstliche Gewässer zu beschränken und natürliche Gewässer auszuschließen. Teilweise seien auch wasserrechtlich spezifische Vorgaben gefordert worden, z. B. ein Abstand zur Uferzone, eine Größenbegrenzung im Verhältnis zur Gewässergröße, auch Hinweise auf die Beeinflussung der Gewässer und naturschutzfachliche Erwägungen (BNetzA 2021b).

Die BNetzA erläutert abschließend zu den schwimmenden PV-Anlagen die Auffassung, dass sie mit ihrer Festlegung, insbesondere des Fehlens von Beschränkungen hinsichtlich des Gewässertyps und sonstiger wasserrechtlich spezifischer Fragen, die Standortwahl möglicher Anlagen nicht einschränken möchte. In den jeweiligen wasserrechtlichen Genehmigungsverfahren müsse die zuständige Behörde die Zulässigkeit und Angemessenheit von Vorgaben und Maßgaben prüfen und entscheiden.

10.1.2 Besondere Solaranlagen auf landwirtschaftlichen Flächen

Mit der Festlegung unternimmt die BNetzA den Versuch, die besonderen Solaranlagen auf landwirtschaftlichen Flächen im Sinne der InnAusV und unter Bezugnahme auf EU-Verordnung Nr. 1307/2013 über Direktzahlungen zu definieren.

Um nicht den Definitionstext hier wortwörtlich wiederzugeben, wird zusammengefasst, welche Flächennutzung weder unter § 15 Nr. 2 lit. a) noch Nr. 2 lit. b) InnAusV fällt, also kein Standort für eine besondere Solaranlage sein kann. Keine Ackerflächen im Sinne der BNetzA-Festlegung sind:

- Dauergrünland, Dauerweideland oder Dauerkulturen
- Flächen unter Gewächshäusern
- Brachliegende und stillgelegte Flächen

Nicht zu den landwirtschaftlich genutzten Flächen, auf denen Dauerkulturen oder mehrjährige Kulturen angebaut werden, gehören

- Flächen, auf denen Gras- oder Grünfütterpflanzen angebaut werden
- Dauergrünland und Dauerweideland

Dauerkulturen müssen mindestens fünf Jahre auf den Flächen verbleiben und wiederkehrende Erträge liefern. Hierzu gehören auch Reb- und Baumschulen, Niederwald und andere Flächen für Kurzumtrieb. Mehrjährige Kulturen verbleiben mindestens für die Dauer von zwei aufeinanderfolgenden Jahren auf der Fläche.

Die landwirtschaftliche Tätigkeit und die Energieerzeugung müssen gleichzeitig auf der Fläche ausgeübt werden. Die Festlegung stellt den Bezug her zur DIN SPEC 91434:2021-05. Dort wird festgelegt, dass die landwirtschaftliche Tätigkeit dem Stand der Technik genügen und mindestens 66 Prozent des Ertrages der Kulturpflanzen einer Referenzfläche ohne Solaranlagen erreichen muss. Indirekt ergibt sich ebenfalls aus der DIN SPEC 91434, dass hierzu je nach Höhe der Aufständigung der Modulebene mindestens 85 Prozent bzw. 90

Prozent der bisherigen Nutzungsfläche weiterhin entsprechend landwirtschaftlich genutzt werden müssen. Die Einhaltung des Standes der Technik muss bei Inbetriebnahme gegenüber dem Netzbetreiber gutachterlich nachgewiesen und in jedem dritten Jahr der Weiterführung erneut gutachterlich bestätigt werden.

Zu den Stellungnahmen gibt die BNetzA neben Hinweisen zu den o. g. Schwellenwerten wieder, dass es bzgl. der Einbeziehung vertikal aufgeständerter Solaranlagen sowohl befürwortende als auch ablehnende Stellungnahmen gibt. Es sei zum Teil begrüßt, aber auch kritisiert worden, dass Grünland, Wiesen und Weideland nicht unter die Kategorie der besonderen Solaranlagen fallen.

Abschließend zur Agri-PV begründet die BNetzA die enge Bezugnahme auf die DIN SPEC 91434:2021-05 damit, dass sie geeignet erscheint, für die angestrebte Doppelnutzung die Einhaltung des Standes der Technik zu gewährleisten. Ergebnisse einer Doppelnutzung beziehen sich auf „Landnutzungseffizienz einschließlich der Erträge, Bodenerosionen und Wasserverfügbarkeit“. Es sei aber nicht ausgeschlossen, dass der Stand der Technik auf andere Weise mittels abweichender Konzepte umgesetzt werden kann.

Die BNetzA bestätigt, dass vertikal aufgeständerte Solaranlagen aufgrund ihres Pilotcharakters ebenso in der Festlegung erfasst sind.

10.1.3 Besondere Anlagen auf Parkplätzen

Die Regelung umfasst alle Parkplätze von Fahrzeugen jeder Art, ob öffentliche oder nicht-öffentliche, soweit sie sich nicht in und unter Gebäuden befinden und soweit sie nicht vorrangig mit dem Zweck der Errichtung von Solaranlagen errichtet wurden. Das Parken selbst darf nur unwesentlich beeinträchtigt werden.

In den Stellungnahmen wird darauf hingewiesen, dass durch die Regelung kein Anreiz gegeben werden darf, über den betrieblichen Bedarf eines Parkplatzes hinaus Fläche zu versiegeln.

Abschließend wird festgelegt, dass Flächen wie Manövriertflächen, Zierflächen oder Zuwegungen als dienende Flächen ebenfalls unter den Begriff des Parkplatzes fallen. Aufgrund von Vorschlägen in Stellungnahmen wird auch das oberste nicht vollständig überdachte Parkdeck eines Parkhauses in die Festlegung einbezogen. Parkplatzähnliche Flächen, z. B. Abstellflächen von noch nicht in Betrieb genommenen Fahrzeugen oder andere Lagerplätze für Fahrzeuge, sind keine Parkplätze im Sinne der Festlegung.

10.2 Fortentwicklung der besonderen Solaranlagen im EEG 2023³²⁰

Sachstand

Im EEG 2023 GE werden die „besonderen Solaranlagen“ gemäß § 37 Abs. 1 Nr. 3 den gebotsberechtigten Ausschreibungen von Solaranlagen des ersten Segments zugeordnet. Es handelt sich um besondere Solaranlagen, die errichtet werden sollen

- a) auf Ackerflächen, die kein Moorboden sind, mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau auf derselben Fläche,
- b) auf Flächen, die kein Moorboden sind, mit gleichzeitiger landwirtschaftlicher Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkulturen oder mehrjährigen Kulturen auf derselben Fläche,

³²⁰ Gesetzentwurf der Bundesregierung: Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor, Deutscher Bundestag, Drucksache 20/1630 20. Wahlperiode 02.05.2022, Vorabfassung

- c) auf Parkplatzflächen oder
- d) auf Moorböden, die entwässert und landwirtschaftlich genutzt worden sind, wenn die Flächen mit der Errichtung der Solaranlage dauerhaft wiedervernässt werden.

Ergänzend bezogen auf die Agri-PV-Anlagen der Bestimmungen a) und b) enthält § 37 Abs. 2 Nr. 3 die Bedingung, dass Geboten für diese besonderen Solaranlagen eine Eigenerklärung des Bieters beizufügen ist, „dass er geprüft hat, dass es sich nicht um naturschutzrelevante Ackerflächen handelt“.

Besondere Bestimmungen sieht das EEG 2023 für einen Teil der Gruppe der besonderen Anlagen in den Zahlungsbestimmungen des § 38b EEG 2023 vor.

- Für horizontal aufgeständerte Agri-PV-Anlagen wird gemäß § 38b Abs. 1 Nr. 1 bis 4 EEG die Regelung vorgeschlagen, dass sich der anzulegende Wert bei den Ausschreibungen erhöht und zwar bei Zuschlag im Jahr 2023 um 1,2 Cent pro Kilowattstunde. In den Folgejahren wird die Erhöhung schrittweise zurückgenommen, bis sie bei Zuschlag in den Jahren 2026 bis 2028 noch 0,5 Cent je Kilowattstunde beträgt.
- Für besondere Solaranlagen gemäß § 37 Abs. 1 Nr. 3 lit. e) (Moor-PV) erhöht sich der anzulegende Wert durchgängig um 0,5 Cent pro Kilowattstunde (§ 38b Abs. 1 Satz 3).

10.3 Ergebnisse der Innovationsausschreibungen

Die BNetzA führte zum 01. April 2022 im Rahmen der Innovationsausschreibungen eine Ausschreibung für 50 Megawatt „besondere Solaranlagen“ durch. Seit 2023 sind die besonderen Solaranlagen in die regulären PV-Freiflächenausschreibungen integriert.

Die Detaillergebnisse der Ausschreibungsrunde vom 01.07.2023 waren zum Zeitpunkt der Berichterstellung noch nicht verfügbar. Dargestellt sind nachfolgend deshalb die Ergebnisse der Ausschreibungsrunden vom 01.04.2022 (Innovationsausschreibungen) und vom 01.03.2023 (EEG 2023). Dabei wird auf die Gebote und Zuschläge für besondere Solaranlagen fokussiert.

Im Rahmen der Innovationsausschreibung vom 01.04.2022 wurden 13 Gebote mit insgesamt 16,7 Megawatt für besondere Solaranlagen abgegeben (Tab. 45). Zwölf Gebote bzw. 16,1 Megawatt entfielen auf Agri-PV-Anlagen, ein Gebot mit 0,6 Megawatt wurde für Parkplatz-PV abgegeben. Alle Gebote wurden bezuschlagt.

Tab. 45: Zuschläge und Gebote für besondere Solaranlagen, Innovationsausschreibungen 01.04.2022. Datenquelle: Bundesnetzagentur.

	Gebote		Zuschläge	
	Anzahl	Leistung [MW]	Anzahl	Leistung [MW]
Agri-PV	12	16,1	12	16,1
Parkplatz-PV	1	0,6	1	0,6
Moor-PV	-	-	-	-
Gesamt	13	16,7	13	16,7

Der Vergleich mit dem Volumen von 50 Megawatt, das für besondere Solaranlagen vorgesehen war, zeigt, dass das angestrebte Volumen lediglich zu einem Drittel erreicht werden

konnte. In der ersten Ausschreibungsrunde des Jahres 2023, in der erstmals besondere Solaranlagen in den Ausschreibungen teilnehmen durften, wurden sogar noch geringe Anlagenzahlen bzw. Leistungen geboten und zugeschlagen (Tab. 46).

Tab. 46: Zuschläge und Gebote für besondere Solaranlagen, Ausschreibungen für Anlagen des ersten Segments (Freiflächenanlagen) 01.03.2023. Datenquelle: Bundesnetzagentur.

	Gebote		Zuschläge	
	Anzahl	Leistung [MW]	Anzahl	Leistung [MW]
Agri-PV	4	14,6	3	11,5
Parkplatz-PV	-	-	-	-
Moor-PV	-	-	-	-
Gesamt	4	14,6	3	11,5

Insgesamt kann also zum Stand der Berichterstellung festgehalten werden, dass bisher nur für wenige besondere Solaranlagen Gebote abgegeben wurden bzw. ein Zuschlag erteilt wurde. Dafür kommen mehrere Gründe in Betracht. Im Rahmen der Innovationsausschreibungen dürfte die Vorgabe, dass Gebote nur für Anlagenkombinationen (mit Speicher oder anderen EE) abgegeben werden konnten, als Hemmnis gewirkt haben. Weiterhin gibt es Stimmen aus der Branche, dass der Bonus für Agri-PV-Anlagen zu niedrig sei (DBV 2022). Generell ist der Markt für besondere Solaranlagen noch ein relativ junger Markt. Während bundesweit schon mehrere Agri-PV-Anlagen errichtet wurden, bestehen mit Moor-PV-Anlagen jedoch kaum Praxiserfahrungen.

10.4 Bewertung der Ergebnisse der Ausschreibungen für besondere Solaranlagen

Zum Stand der Berichterstellung sind weniger als 20 Gebote bzw. Zuschläge für besondere Solaranlage zu verzeichnen. Gemessen an den Gebots- bzw. Zuschlagsvolumina von Standard-PV-Freiflächenanlagen spielen besondere Solaranlagen somit bislang nur eine vernachlässigbare Rolle. Einer der wesentlichen Gründe dafür dürften die Mehrkosten sein, die im Rahmen der Ausschreibungen nicht vollständig ausgeglichen werden.

11 Anforderungen für Solar-Dachflächen und Gründächer

Dachbegrünung und Solaranlagen werden vielfach als konkurrierende oder alternative Nutzungsformen von Dachflächen angesehen. Dem ist nicht so: die Nutzungsformen schließen sich nicht nur nicht aus, die Solaranlage kann sogar von der Dachbegrünung profitieren. Die Idee ist nicht neu, dennoch ist die kombinierte Nutzung bislang eher ein „Nischenprodukt“. Viele Kommunen haben mittlerweile die Vorteile erkannt und stellen Fördergelder für Solaranlagen oder die Dachbegrünung zur Verfügung (z. B. Rhede, Kevelaer). Förderprogramme für die kombinierte Nutzung sind bislang eher selten zu finden (z. B. in Hamburg oder Hannover). Es können sich aber auch indirekte finanzielle Vorteile ergeben, z. B. wenn die Kommunen die Niederschlagswassergebühr für begrünte Dächer reduzieren, oder aufgrund der Energieeinsparungen, die mit der Dachbegrünung und der Solaranlage einhergehen.

Der Bundesverband GebäudeGrün (BuGG) gibt die Summe der über die Jahre hinweg begrünten Dachflächen mit etwa 120 Millionen Quadratmetern an. Die Wohlfahrtswirkungen der Dachbegrünung werden zunehmend höher eingeschätzt: Ziel ist es, insbesondere die Resilienzkräfte gegenüber den innerstädtischen Klimawandelfolgen zu stärken.

Durch den kühlenden Effekt der Dachbegrünung kann die Effizienz der Module insbesondere in den warmen Sommermonaten erhöht bzw. der Leistungsabfall durch höhere Modultemperaturen reduziert werden. Ein weiterer wirtschaftlicher Vorteil wird darin gesehen, dass insbesondere bei Flachdächern die Stabilität der Modultische gegen Windsog bzw. das Abheben und Kippen durch die zusätzliche Auflast und die erforderliche Vorbereitung der Dachflächen für die Begrünung verbessert und dadurch sog. Dachdurchdringungen und hohe Punktlasten vermieden werden können.

Eine Studie des Ökostromanbieters „Polarstern“ in Zusammenarbeit mit der Wilhelm-Büchner-Hochschule in Darmstadt kam zu dem Ergebnis, dass sich die Leistungsabnahme der PV-Module durch den kühlenden Effekt der Dachbegrünung reduzieren lässt, vor allem bei kristallinen Modulen ist der Temperaturkoeffizient hoch, dieser beschreibt die Leistungsabnahme bei steigenden Modultemperaturen. In der Studie konnte allein durch die kühlende Wirkung des Bewuchses eine Leistungssteigerung zwischen vier und acht Prozent – in Abhängigkeit der Region und der verwendeten Technik – festgestellt werden. Aber auch die staubabsorbierende Wirkung der Pflanzen kann sich positiv auswirken: Durchschnittlich bindet jeder Quadratmeter Gründach zwei Kilogramm Feinstaub pro Jahr. Die staubbedingten Ertragseinbußen können in urbanen Räumen bis zu 30 Prozent betragen (Ullrich 2021).

ZinCo gilt weltweit als eines der führenden Unternehmen und gehört seit mehr als 30 Jahren zu den Pionieren sowohl der intensiven als auch der extensiven Dachbegrünung. Das jährliche Marktpotenzial für PV auf Gründächern in Deutschland wird von ZinCo und TubeSolar auf ca. 200 Megawatt geschätzt, immerhin würden jährlich etwa 7 Millionen Quadratmeter Dachfläche neu begrünt (Solarserver 2021a). Auch das Schweizer Institut für Energiesysteme und Fluid-Engineering (IEFE) der Zürcher Hochschule für Angewandte Wissenschaften (ZHAW) befasst sich mit den Synergien zwischen begrünten Dächern und PV-Modulen, hier stehen vertikal montierte, bifaziale Module im Mittelpunkt der Forschung (ZHAW 2019). Durch höhere Reihenabstände, die aufgrund der Verwendung bifazialer Module und der vertikalen Bauweise zur Vermeidung von Verschattung notwendig sind, bleibt mehr Platz für das Dachgrün; die positiven Effekte begrünter Dächer können sich somit besser entfalten. Die Flächenbelegung wird über den Flächennutzungsgrad bzw. Ground Cover Ratio (GCR) angegeben. Bei sorgfältiger Wahl des Untergrundes/Substrats und der Pflanzen kann so trotz deutlich geringerer Flächenbelegung – die GCR liegt nur etwa bei 36,7 Prozent – ein ähnlicher Ertrag im Vergleich zu klassischen nach Süden ausgerichteten Modulen (GCR ca.

50 Prozent) oder Ost/West-Anlagen (GCR 90 bis 100 Prozent) erzielt werden (Nussbaumer & Klenk 2020).

Die beschriebenen Zusammenhänge sind offenbar noch nicht überall bekannt. Es wird beschrieben, dass kommunale Begrünungs-Festsetzungen vielfach eine Klausel beinhalten, die es erlaubt, auf die Dachbegrünung zu verzichten, wenn an Stelle dessen eine Solaranlage installiert wird. Laut einer Umfrage des BuGG verfügen nur sechs Prozent der Städte über eine Gründachsatzung (BuGG 2021: 37). Die gleiche Umfrage zeigt auf, dass der Anteil an Städten, die eine Dachbegrünung im Bebauungsplan festgesetzt haben, leicht rückläufig ist: während der Anteil 2019 noch 67 Prozent betrug, lag er 2021 bei 60 Prozent (ebd.: 37).

In Baden-Württemberg fordert das Klimaschutz- und Klimawandelanpassungsgesetz (§ 23 Abs. 1), dass eine öffentlich-rechtliche Pflicht zur Dachbegrünung bestmöglich mit der Pflicht zur Installation einer Photovoltaikanlage in Einklang zu bringen ist. In Nordrhein-Westfalen bietet das Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz einen guten Service für alle Interessierten: neben einem Solardachkataster (LANUV 2020) gibt es auch ein Gründachkataster (LANUV 2023). Beide Webanwendungen geben Aufschluss darüber, ob sich die Dachfläche für die jeweilige Nutzung eignet und auch die Abfrage einer kombinierten Nutzung ist möglich. Darüber hinaus können grobe Kosten- und Ertragsschätzungen vorgenommen werden.

Literatur- und Quellenverzeichnis

- Abdelal, Q. (2021): Floating PV; an assessment of water quality and evaporation reduction in semi-arid regions. In: International Journal of Low-Carbon Technologies: 1–8. Online verfügbar unter <https://academic.oup.com/ijlct/advance-article/doi/10.1093/ijlct/ctab001/6106133>.
- agrarheute (Hrsg.) (2022): Düngeverordnung. Rote-Gebiete-Karten: So sehen sie in den Bundesländern ab 2023 aus. Ein Beitrag von Johanna Michel vom Donnerstag, 15.12.2022. <https://www.agrarheute.com/politik/rote-gebiete-karten-so-sehen-bundeslaendern-ab-2023-601461> (zuletzt aufgerufen am 29.06.2023).
- AGRI 4 POWER (2021): AGRI 4 POWER – Landwirtschaft neu gedacht. Das Agri4Power-Konzept. Forschungskonsortium (Fraunhofer IMW; Helmholtz Zentrum für Umweltforschung; DBFZ; Stiftung Kulturlandschaft Sachsen-Anhalt; Next2Sun; Arnecke, Siebeth, Dabelstein (Rechtsanwälte); Terrawatt) gefördert durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie. www.agri4power.com.
- Almeida, R. M., Schmitt, R., Grodsky, S. M., Schlecker, A.S., Gomes, C. P., Barros, N. (2022): Floating solar power: evaluate trade-offs. In: Nature (Vol 606): 246–249.
- Arendt, K., Oldorff, S., Kabus, T., Kirschey, T. (2011): Methodik und erste Ergebnisse des „naturkundlichen Tauchens“ in Seen des Naturparks Stechlin-Ruppiner Land. – Naturschutz und Landschaftspflege in Brandenburg 20 (4): 122-135.
- ARGE Monitoring PV-Anlagen (Bosch & Partner, ZSW, IE Leipzig, Solar Engineering, Bohl & Coll.) (2008): Monitoring zur Wirkung des novellierten EEG auf die Entwicklung der Stromerzeugung aus Solarenergie, insbesondere der Photovoltaik-Freiflächen. Ergänzungsbericht vom 30.05.2008, unveröffentlicht.
- ARGE Monitoring PV-Anlagen (Günnewig, D., Sieben, A., Püschel, M., Bohl, J., Mack M.) (2007): Leitfaden zur Berücksichtigung von Umweltbelangen bei der Planung von PV-Freiflächenanlagen. Im Auftrag des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMU). Hannover.
- Badelt, O., Niepelt, R., Wiehe, J., Matthies, S., Gewohn, T., Stratmann, M., Brendel, R., von Haaren, C. (2020): Integration von Solarenergie in die niedersächsische Energielandschaft (INSIDE). Niedersächsisches Ministerium für Umwelt, Energie, Bauen und Klimaschutz, Hannover.
- Bader, K., Deißler, L., Weinke, D. (2022): Öffentliches Interesse und öffentliche Sicherheit beim Ausbau der Erneuerbaren Energien. In: Zeitschrift für Neues Energierecht: 337-347, Deutscher Fachverlag GmbH, Frankfurt a. M.
- BAG Ökologie (2020): Bericht zur Lage der Natur in Deutschland, Meldung erstellt am 20. Mai 2020. <https://bagoekologie.wordpress.com/2020/05/20/bericht-zur-lage-der-natur-2020-in-deutschland/>.
- Battis, U., Krautzberger, M., Löhr, R. (Hrsg.) (2022): Baugesetzbuch, Kommentar, 15. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- BayWa r.e. AG (2023): Floating-PV - Hocheffiziente PV-Anlagen auf ungenutzten Wasserflächen. Online verfügbar unter: <https://www.baywa-re.de/de/solar/systemanwendungen/floating-pv/#vorteile-floating-pv>, (zuletzt aufgerufen am 08.07.2023).

- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (2021): Die Energiewende braucht einen PV-Boom. Berlin. Online abrufbar unter: https://www.bdew.de/media/documents/1000_Die_Energiewende_braucht_einen_PV-Boom.pdf.
- BDEW – Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft (2023): Positionspapier - Flächenkonkurrenzen reduzieren, Synergien nutzen: 12 Impulse, um die Potenziale von Agri-PV und anderen besonderen Solaranlagen zu heben. <https://www.bdew.de/service/stellungnahmen/12-impulse-um-die-potenziale-von-agri-pv-zu-heben/> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- BEE – Bundesverband erneuerbare Energie (2021): Das „Bee-Szenario 2030“. 65 Prozent Treibhausgasminderung bis 2030 – Ein Szenario des Bundesverbands Erneuerbare Energie (BEE). Version 2021. Online verfügbar unter: https://www.bee-ev.de/fileadmin/Redaktion/Dokumente/Meldungen/Studien/2021/20210416_BEE-Szenario_2030_final.pdf (aufgerufen am 01.02.2023).
- Bellini, Emiliano (2022): Chinese fish pond hosts 550 MW solar farm. pv magazine. Online verfügbar unter <https://www.pv-magazine.com/2022/01/07/chinese-fish-pond-hosts-550-mw-solar-farm/> Stand 07.01.2022 (zuletzt aufgerufen am 28.08.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2004): Gesamtoberfläche und Anzahl der Seen nach Größenklassen in den Bundesländern. Stand der Daten: 12.2003 / 12.2008. Online verfügbar unter <https://www.bfn.de/daten-und-fakten/gesamtoberflaeche-und-anzahl-der-seen-nach-groessenklassen-den-bundeslaendern> (aufgerufen am 01.02.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2014): Grünland-Report Alles im Grünen Bereich? Stand Juli 2014. Bonn.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2020): Die Lage der Natur in Deutschland. Ergebnisse von EU-Vogelschutz- und FFH-Bericht. Berlin, Bonn, 19.5.2020. <https://www.bmv.de/download/bericht-zur-lage-der-natur-2020>.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2022): Landschaftsschutzgebiete in Deutschland. <https://www.bfn.de/daten-und-fakten/landschaftsschutzgebiete-deutschland> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (Hrsg.) (2022): Eckpunkte für einen naturverträglichen Ausbau der Solarenergie. Positionspapier. Unter Mitarbeit von Kathrin Ammermann, Katja Bunzel und Friedhelm Igel. Bonn. Online verfügbar unter: <https://www.bfn.de/sites/default/files/2022-10/2022-eckpunkte-fuer-einen-naturvertraeglichen-ausbau-der-solarenergie-bfn.pdf> (zuletzt aufgerufen am 23.06.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2023a): Monitoring von Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert – Diagrammerstellung. <https://www.bfn.de/monitoring-von-landwirtschaftsflaechen-mit-hohem-naturwert> (zuletzt aufgerufen am 15.06.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2023b): Schutz der Störe. <https://www.bfn.de/schutz-der-stoere> (zuletzt aufgerufen am 16.03.2023).
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2023c): Nationale Naturmonumente. <https://www.bfn.de/nationale-naturmonumente> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023)
- BfN & BMU – Bundesamt für Naturschutz & Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und nukleare Sicherheit (Hrsg.) (2021): Handreichung zum Vollzug der Bundeskompensationsverordnung, November 2021. <https://www.bfn.de/eingriffsregelung> (zuletzt aufgerufen am 11.02.2023).

- Biologische Schutzgemeinschaft Göttingen (2023): Photovoltaikanlagen und Rebhühner. <https://www.rebhuhnschutzprojekt.de/photovoltaik-und-rebhuhn.html>, (zuletzt aufgerufen 28.08.2023).
- BirdLife – BirdLife Österreich – Gesellschaft für Vogelkunde (2021): Photovoltaik-Freiflächenanlagen und Vogelschutz in Österreich – Konflikt oder Synergie? Gefördert durch Bundesministerium Klimaschutz, Umwelt, Energie, Mobilität, Innovation und Technologie. Wien.
- BKompV – Verordnung über die Vermeidung und die Kompensation von Eingriffen in Natur und Landschaft im Zuständigkeitsbereich der Bundesverwaltung (Bundeskompensationsverordnung) vom 14. Mai 2020 (BGBl. I S. 1088).
- BLE – Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (2022): Wie viel Dauergrünland gibt es in Deutschland? <https://www.praxis-agrar.de/service/infografiken/wie-viel-dauergruenland-gibt-es-in-deutschland> (zuletzt aufgerufen am 31.05.2023).
- BLE – Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (2023a): Grünlandwirtschaft. <https://www.praxis-agrar.de/pflanze/gruenland/gruenlandwirtschaft> (zuletzt aufgerufen am 23.02.2023).
- BLE – Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (2023b): Leguminosen im Grünland. <https://www.praxis-agrar.de/pflanze/gruenland/leguminosen-im-gruenland> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- BLE – Bundesanstalt für Ernährung und Landwirtschaft (2023c): Erzeugung erneuerbarer Energien und Energieeffizienz. Wie wirkt sich eine Agri-Photovoltaik-Anlage auf den Ackerbau aus? <https://www.praxis-agrar.de/klima/landwirtschaft-und-klimaschutz/erzeugung-erneuerbarer-energie-und-anbau-nachwachsender-rohstoffe/wie-wirkt-sich-eine-agri-photovoltaik-anlage-auf-den-ackerbau-aus> (Letzte Aktualisierung 26.04.2023) (zuletzt aufgerufen am 18.07.2023).
- BMUV - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (2022): Nationale Moorschutzstrategie, 19.10.2022, <https://www.bmuv.de/download/nationale-moorschutzstrategie> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).
- BMUV/UBA – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz/Umweltbundesamt (2022): Die Wasserrahmenrichtlinie. Gewässer in Deutschland 2021. Fortschritte und Herausforderungen. Bonn, Dessau.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2018): Projektbericht „Erneuerbare Energien- Vorhaben in den Tagebauregionen. Erstellt durch IFOK GmbH, Deutsche WindGuard GmbH, Solarpraxis Engineering GmbH, Prognos AG, Institut für ökologische Wirtschaftsforschung GmbH und Becker Büttner Held PartGmbH.
- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2022): Neuer Schwung für erneuerbare Energien. <https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Schlaglichter-der-Wirtschaftspolitik/2022/10/05-neuer-schwung-fuer-erneuerbare-energien.html> (zuletzt aufgerufen am 02.06.2023).
- BMWK – Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023a): Erneuerbare Energien 2022 Zubauzahlen und beschlossene Beschleunigungsmaßnahmen im Überblick (national + europäisch). Online verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/230102-erneuerbare-energien-ueberblick-zubauzahlen-und-beschleunigungsmassnahmen.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zuletzt aufgerufen am 02.06.2023).

- BMWK - Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (2023b): Photovoltaik-Strategie. Berlin. Online verfügbar unter: https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/photovoltaik-strategie-2023.pdf?__blob=publicationFile&v=4 (zuletzt aufgerufen am 23.06.2023).
- bne – Bundesverband neue Energiewirtschaft e.V. (2020): Gute Planung von PV-Freilandanlagen. Wie sich Energiewende, Umwelt- und Naturschutz vereinen lassen. Berlin Stand September 2020. <https://gute-solarparks.de/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023).
- bne – Bundesverband neue Energiewirtschaft (2022a): bne-Statement zur Unterzeichnung der Solarpark-Ausschreibungsrunde. <https://www.bne-online.de/de/news/detail/bne-pressestatement-zur-unterzeichnung-der-solarpark-ausschreibungsrunde/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023)
- bne – Bundesverband neue Energiewirtschaft e.V. (2022b): Gute Planung von PV-Freilandanlagen. Wie sich Belange der Energiewende, des Umwelt- und Naturschutzes und der Landwirtschaft vereinen lassen. Berlin. Stand September 2022. https://www.bne-online.de/fileadmin/bne/Dokumente/22-09_bne_Gute_Planung_PV-Freilandanlagen.pdf (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- bne – Bundesverband neue Energiewirtschaft e.V. (2023a): bne-Positionspapier: Biodiversitäts-PV als Solarpark-Standard. Photovoltaik-Freiflächenanlagen die Artenvielfalt fördern entstehen, wenn die Anreize wirksam gesetzt werden, insbesondere in der GAP-Direktzahlungen-Verordnung. Berlin. Stand Juni 2023. https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/23-06-19_bne_Biodiversit%C3%A4ts-PV.pdf (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- bne – Bundesverband neue Energiewirtschaft (2023b): Gesetzesvorschläge für eine an landwirtschaftlicher Nutzung orientierten Biodiversitäts-PV als extensive Form der Agri-PV - PV-FFA im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität. Berlin. https://www.bne-online.de/fileadmin/user_upload/Gesetzesvorschl%C3%A4ge_Extensive_Agri-PV_EEG_GAPDZV.pdf (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).
- BNetzA – Bundesnetzagentur (2021): Festlegung der Anforderungen an die besonderer Solaranlagen nach § 15 Innovationsausschreibungsverordnung (InnAusV). Bonn 01.10.2021. <https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Innovation/BesondereSolaranlagen/start.html> (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- BNetzA – Bundesnetzagentur (2021a): Konsultationen zu besonderen Solaranlagen. Pressemitteilung vom 16.06.2021. Online verfügbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Pressemitteilungen/DE/2021/20210616_PV_Konsultation.html (zuletzt aufgerufen am 07.06.2023).
- BNetzA – Bundesnetzagentur (2021b): Festlegung der Anforderungen besonderer Solaranlagen. Az. 8175-07-00-21/2. Online abrufbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Innovations/GezeichneteFestlegungOktober2021.pdf?__blob=publicationFile&v=3.
- BNetzA – Bundesnetzagentur (2022a): Innovationsausschreibungen: Gebotstermin 1. April 2022. Stand: 11.05.2022. https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Fachthemen/ElektrizitaetundGas/Ausschreibungen/Innovation/BeendeteAusschreibungen/Gebotstermin_010422/start.html. (zuletzt aufgerufen am 13.07.2022).

- BNetzA – Bundesnetzagentur (2022b): Liste der Zuschläge zum Gebotstermin 1. April 2022. Online abrufbar unter: https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Innovations/Zuschlagslisten/ZuschlagslisteExcelApril22.xlsx?__blob=publicationFile&v=2.
- BNetzA – Bundesnetzagentur (2023): Festlegung der an die besonderen Solaranlagen nach § 37 Absatz 1 Nummer 3 Buchstabe c und e sowie nach § 48 Absatz 1 Satz 1 Nummer 5 Buchstabe c und e Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG 2023) zu stellenden Anforderungen [zu Dauergrünland]. Bonn 01.02.2023. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Solar1/BesondereSolaranlagen/Konsultation.pdf?__blob=publicationFile&v=3, zuletzt 24.07.2023.
- Bodensee Stiftung, Energieagentur Schwarzwald-Baar-Heuberg, BUND (2019): Photovoltaik Netzwerk Schwarzwald-Baar-Heuberg (Hrsg.): Solarparks als Naturparadies. <https://www.bodensee-stiftung.org/naturschutz-im-solarpark/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023).
- Boston Consulting Group (BCC) (2021): Klimapfade 2.0 – Ein Wirtschaftsprogramm für Klima und Zukunft (Studie für den BDI). Online verfügbar unter https://www.vbi.de/wp-content/uploads/2021/10/BDI-BCC_Studie-Klimapfade-2.0.pdf (aufgerufen am 12.01.2023).
- BPM Ingenieure GmbH (2021): Bebauungsplan „Schwimmende Photovoltaikanlage – Cottbuser Ostsee“. Fassung von 08.10.2021. Online verfügbar unter https://www.cottbus.de/.files/storage/file/19cdc6a5-92de-4ddb-9d5d-84949354d08b/03_BPL-Begruendung_inkl._Anlagen.pdf (zuletzt aufgerufen am 04.07.2023).
- BPM Ingenieure GmbH (2022): Bebauungsplan „Schwimmende Photovoltaikanlage – Cottbuser Ostsee“ Fassung vom 28.02.2022. Redaktionelle Änderung vom 12.05.2022. Online verfügbar unter https://www.cottbus.de/.files/storage/file/19cdc6a5-92de-4ddb-9d5d-84949354d08b/03_BPL-Begruendung_inkl._Anlagen.pdf, (zuletzt aufgerufen am 04.07.2023).
- Breuer, R. & Gärditz K.F. (2017): Öffentliches und privates Wasserrecht, 4. Aufl. 2017, Rn. 397 f. NJW Praxis, Band 24.
- Breuer, W. (2015): Das Verhältnis von Wasserrahmenrichtlinie und Eingriffsregelung – rechtliche und praktische Aspekte. Inform. d. Naturschutzes Niedersachsen, 35 (2): 94-99.
- Brügelmann, H. (Hrsg.) (2022): Baugesetzbuch, Kommentar, 124. Ersatzlieferung, Verlag W. Kohlhammer, Stuttgart.
- BUND - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland e.V. (2022): Naturverträgliche Freiflächen-Solaranlagen für Strom und Wärme, Berlin, <https://www.bund.net/service/publikationen/detail/publication/naturvertraegliche-freiflaechen-solaranlagen-fuer-strom-und-waerme/> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- BUND NRW - Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland Landesverband Nordrhein-Westfalen e.V. (2022): Biodiversitätsstandards für Freiflächen-Photovoltaik-Anlagen, Düsseldorf, <https://www.bund-nrw.de/publikationen/detail/publication/biodiversitaetsstandards-fuer-freiflaechen-photovoltaik-anlagen/> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).

- BUND, NABU BW, Bodenseestiftung, Naturfreunde BW (2021): Hinweise für den naturverträglichen Ausbau von Freiflächensolaranlagen (Juli 2021). Online abrufbar unter: <https://baden-wuerttemberg.nabu.de/imperia/md/content/badenwuerttemberg/positionspapiere/2021-07-26-hinweispapier-solarenergie-nabu-bund-bw.pdf>.
- BuGG – Bundesverband Gebäude Grün e. V. (BuGG, Hrsg.) (2021): BuGG-Marktreport Gebäudegrün 2021. Dach-, Fassaden- und Innenraumbegrünung Deutschland. ISSN 2750-3763. Berlin.
- Bundesregierung (2022): Gesetzentwurf der Bundesregierung. Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor. S. 322, https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Energie/04_EEG_2023.pdf?__blob=publicationFile&v=8 (letzter Zugriff: 23.06.2023).
- CEMEX Deutschland (2023): Cemex investiert in erneuerbare Energien und nimmt schwimmende Photovoltaikanlage im Kieswerk Immelborn in Betrieb. Online verfügbar unter <https://www.cemex.de/web/>, Stand 26.07.2023 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Ciel & Terre (2022): Salzwedel FPV plant in Germany is growing. Online verfügbar unter <https://ciel-et-terre.net/salzwedel-fpv-plant-in-germany-is-growing/>, Stand 16.11.2022 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Clearingstelle EEG (2010): Empfehlung 2010/2 Solarstromanlagen auf Konversionsflächen aus wirtschaftlicher oder militärischer Nutzung im Sinne des § 32 Abs. 3 Nr. 2 EEG 2009 bzw. § 11 Abs. 4 Nr. 2 EEG 2004, <https://www.clearingstelle-eegekwwg.de/empfv/856/20102> (zuletzt aufgerufen am 12.09.2023).
- Costa, S. G. (2017): Impactes ambientais de sistemas fotovoltaicos flutuantes. Dissertation. Universidade de Lisboa, Lisabon. Departamento de Engenharia Geografica.
- Cottbus (2023): Baustart für Deutschlands größte schwimmende Solaranlage auf dem Cottbuser Ostsee. Mitteilung vom 16.05.2023. https://www.cottbus.de/aktuelles/mitteilungen/2023-05/baustart_fuer_deutschlands_groesste_schwimmende_solaranlage_auf_dem_cottbuser_ostsee.html (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).
- Dallmus, A. (2023): Schwimmende Photovoltaik-Anlagen: "Wir brauchen neue Regelungen". In: BR24, 17.02.2023. Online verfügbar unter <https://www.br.de/nachrichten/bayern/schwimmende-pv-anlagen-wir-brauchen-neue-regelungen,TW2Eggq>, (zuletzt aufgerufen am 29.06.2023).
- DB Netze (2023): Infrastrukturregister. <https://geovdbn.deutschebahn.com/isr> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- DBV - Deutscher Bauernverband (2022). Deutscher Bauernverband, Hochschule Kehl, Fraunhofer ISE: Agri-Photovoltaik: bessere Chancen für kleinere Anlagen und hoch aufgeständerte Systeme. Positionspapier, Oktober 2022.
- Demuth, B., Maack, A. (2019): Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Planung und Installation mit Mehrwert für den Naturschutz. In: Heiland, S. [Hrsg.], Handbuch Klima- und Naturschutz: Hand in Hand – ein Handbuch für Kommunen, Regionen, Klimaschutzbeauftragte, Energie-, Stadt- und Landschaftsplanungsbüros, Heft 6, :. 5-28, Berlin.
- dena - Deutsche Energie-Agentur GmbH (Hrsg.) (2021). „dena-Leitstudie Aufbruch Klimaneutralität“. Online verfügbar unter https://www.dena.de/fileadmin/dena/Publikationen/PDFs/2021/Abschlussbericht_dena-Leitstudie_Aufbruch_Klimaneutralitaet.pdf (aufgerufen am 13.01.2023).

- Detke, A. (2023): Hydrogen is now. H-TEC SYSTEMS. Online abrufbar unter: https://www.pv-magazine.de/wp-content/uploads/sites/4/2023/01/H-TEC_Webinar_PVMagazine.pdf
- Destatis (2022): <https://www.destatis.de/DE/Themen/Branchen-Unternehmen/Landwirtschaft-Forstwirtschaft-Fischerei/Feldfruechte-Gruenland/Tabelle/zeitreihe-dauergruenland-nach-nutzung.html> (zuletzt aufgerufen am 31.05.2023).
- Deutscher Bundestag (2020): Aspekte der Biodiversität und CO₂-Speicherung in Grünlandsystemen. Dokumentation. Wissenschaftliche Dienste 8 – 3000 – 39/20. Berlin.
- Dierschke, H. & Briemle, G. (2002): Kulturgrasland. Wiesen, Weiden und verwandte Staudenfluren. In: Ökosysteme Mitteleuropas aus geobotanischer Sicht (Hrsg. Richard Pott). Verlag Eugen Ulmer. Stuttgart. 2002. ISBN 3-8001-3816-6.
- DUH – Deutsche Umwelthilfe (2015): Wildnispotenzial in der Lausitzer Bergbaufolgelandschaft. Flyer. Berlin.
- DIN - Deutsches Institut für Normierung e.V. (2021): Agri-Photovoltaik-Anlagen – Anforderungen an die landwirtschaftliche Hauptnutzung. DIN SPEC 91434:2021-05. <https://www.din.de/de/wdc-beuth:din21:337886742> (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- DNR (Deutscher Naturschutzring), BUND (Bund für Umwelt und Naturschutz Deutschland), Deutsche Umwelthilfe, Germanwatch, Greenpeace, NABU (Naturschutzbund), WWF (World Wide Fund For Nature) (2022): Solaranlagen: Chance für Naturschutz, Erfordernis für Klimaschutz. Forderungen der Umwelt- und Naturschutzorganisationen für einen naturverträglichen Ausbau.
- Dreier, H. (Hrsg.) (2015): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Kommentar, 3. Auflage, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Dullau, S. (2022): Gestaltungsmaßnahmen für eine naturverträgliche Freiflächen-Solaranlage zur Steigerung der Biodiversität. 30. C.A.R.M.E.N.-Symposium „Drei Jahrzehnte – nachhaltig, effizient, erneuerbar!“, Vortrag. Straubing, 5. Juli 2022.
- Durner, W. (2019): Das „Verschlechterungsverbot“ und das „Verbesserungsgebot“ im Wasserwirtschaftsrecht. Natur und Recht 41: 1-14.
- DVL - Deutscher Verband für Landschaftspflege e. V. (2021) Verbesserung des natürlichen Wasserrückhaltes in der Agrarlandschaft, Nr. 29 der DVL-Schriftenreihe „Landschaft als Lebensraum“. Ansbach.
- EBA – Eisenbahn-Bundesamt (2019): Liste übergeordnetes Netz. https://www.eba.bund.de/SharedDocs/Downloads/DE/Infrastruktur/Uebergeordnetes_Netz/liste_uebergeordnetes_netz.html?jsessionid=5FC45BAA62A853ADE5FBBD208A9E7366.live21302?nn=2405334 (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- Element Energy (2022): REFHYNE Clean Refinery Hydrogen for Europe, Lessons Learnt. Online abrufbar unter: https://www.refhyne.eu/wp-content/uploads/2022/09/REFHYNE-Lessons-Learnt_Aug22_PU_FV.pdf.
- Elgeti T. 2015: Das Verschlechterungsverbot - Mehr Gutachten, mehr Ausnahmen. Anmerkung zu EuGH, Urteil vom 1.7.2015 - Rs. C-461/13 (W+B 2015, 170 ff.). Zeitschrift für Deutsches und Europäisches Wasser-, Abwasser- und Bodenschutzrecht 4 (3): 166-170.
- Elsäßer, M. (2018): Grünlandnutzung und Biodiversität – Synergien und Antagonismen. Landwirtschaftlicher Hochschultag 2018. Landinfo 3: 11-15 (2018).

- energate messenger (2023a): Hydex. Online verfügbar unter: <https://www.energate-messenger.de/markt/gas-oel-und-wasserstoff/preisgruppe/209600/hydex-wasserstoff-index> (zuletzt aufgerufen am 05.05.2023).
- energate messenger (2023b): HydexPLUS. Online verfügbar unter: <https://www.energate-messenger.de/markt/gas-oel-und-wasserstoff/preisgruppe/231171/hydexplus-wasserstoff-vollkostenindex-euro-kg> (zuletzt aufgerufen am 05.05.2023)
- Enkhardt, S. (2021): Für 100 Prozent Erneuerbare und Klimaneutralität braucht Deutschland bis zu 446 Gigawatt Photovoltaik. pv magazine. Online verfügbar unter <https://www.pv-magazine.de/2021/08/06/fuer-100-prozent-erneuerbare-und-klimaneutralitaet-braucht-deutschland-bis-zu-446-gigawatt-photovoltaik/>, (zuletzt aufgerufen am 11.07.2023).
- E.ON SE (2023): Deutschlands Wasserstoffproduktion im Überblick. Online verfügbar unter: <https://www.eon.com/de/wasserstoff/h2-bilanz/erzeugung-verbrauch.html> (zuletzt aufgerufen am 07.06.2023).
- Erbguth, W./Schubert, M. (2015): Öffentliches Baurecht, 6. Auflage, Erich-Schmidt-Verlag, Berlin.
- Erdgas Südwest (2020): 1 Jahr Schwimmende Photovoltaik-anlage Renchen – eine Erfolgsbilanz. Online verfügbar unter <https://www.erdgas-suedwest.de/natuerlichzukunft/schwimmende-photovoltaik-renchen-bilanz/>, Stand 04.12.2020 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Erdgas Südwest GmbH (2022): Schwimmende Photovoltaik: Rekordanlage in Leimersheim. Online verfügbar unter: <https://www.erdgas-suedwest.de/natuerlichzukunft/schwimmende-photovoltaik-rekordanlage-leimersheim/> (zuletzt aufgerufen am 08.07.2023).
- Ernst, W., Zinkahn, W., Bielenberg, W., Krautzberger, M. (Hrsg.) (2023): Baugesetzbuch, Kommentar, 149. Ergänzungslieferung, C.H. Beck Verlag, München.
- Essak, L. & Ghosh, A. (2022): Floating Photovoltaics: A Review. In: clean technologies 4. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3390/> (zuletzt aufgerufen am 04.09.2023).
- Esteves Galdino, M. A., de Almeida Olivieri, M.M. (2017): Some Remarks about the Deployment of Floating PV Systems in Brazil. In: Journal of Electrical Engineering (5), S. 10–19. Online verfügbar unter doi: 10.17265/2328-2223/2017.01.002 (zuletzt aufgerufen am 26.06.2023).
- EULE II - Regionalwerke GmbH & Co. KG (RW), HS Weihenstephan/Triesdorf, Prof. Schaller UmweltConsult GmbH (PSU), Erzeugergemeinschaft für Energie in Bayern eG (EEB eG) 2021: Abschlussbericht EULE - Projektphase II. Evaluierungssystem für eine umweltfreundliche und landschaftsverträgliche Energiewende. Förderkennzeichen: AZ 37221-01. Stand: 04.10.2021. https://www.dbu.de/OPAC/ab/DBU-Abschlussbericht-AZ-37221_01-Hauptbericht.pdf (26.07.2023).
- European Commission (2003): Guidance document no 4. Identification and Designation of Heavily Modified and Artificial Water Bodies. Common Implementation Strategy for the Water Framework Directive (2000/60/EC).
- Ewen, J., Uhl, R., Amidon, L. (2023): WRRL-Fachbeiträge in der Praxis – Schnittstellen zu FFH-VP und Artenschutzprüfung sowie Beispiele aus dem Straßenbau. In: UVP-report | 37 (01) | in Veröff.

- FGG Elbe - Die Flussgebietsgemeinschaft (FGG) Elbe 2021: Zweite Aktualisierung des Bewirtschaftungsplans nach § 83 WHG bzw. Artikel 13 der Richtlinie 2000/60/EG für den deutschen Teil der Flussgebietseinheit Elbe für den Zeitraum von 2022 bis 2027. Stand Dezember 2021. geoportal.bafg.de/karten/mapsfggelbe_2021/.
- FGSV – Forschungsgesellschaft für Straßen- und Verkehrswesen (2021): M WRRL, Merkblatt zur Berücksichtigung der Wasserrahmenrichtlinie in der Straßenplanung. Ausgabe 2021.
- Finck, P., Heinze, S., Raths, U., Riecken, U., Ssymank, A. (2017): Rote Liste der gefährdeten Biotoptypen Deutschlands dritte fortgeschriebene Fassung 2017. Reihe „Naturschutz und Biologische Vielfalt“ 156, Hrsg. Bundesamt für Naturschutz, Bonn-Bad Godesberg.
- FNR - Fachagentur Nachwachsende Rohstoffe e. V. (2023): <https://pflanzen.fnr.de/energiepflanzen/pflanzen/gruenland> (zuletzt aufgerufen am 12.04.2023).
- Fraunhofer ISE - Institut für Solare Energiesysteme (2020): Presseinformation. Fraunhofer ISE analysiert Potenzial für Solarkraftwerke auf Braunkohle-Tagebauseen. Presseinformation vom 03. Februar 2020. Online verfügbar unter https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/presseinformationen/2020/0120_ISE_d_PI_Potenzial_FloatingPV.pdf.
- Fraunhofer ISE (2021): Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem – Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem-Update-Klimaneutralitaet-2045.pdf> (aufgerufen am 12.01.2023).
- Fraunhofer ISE (2022): Am Oberrhein größtes Potenzial für schwimmende PV auf Kiesseen in Baden-Württemberg - Fraunhofer ISE. Online verfügbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/presse-und-medien/news/2022/am-oberrhein-groesstes-potenzial-fuer-schwimmende-pv-auf-kiesseen-in-baden-wuerttemberg.html>, zuletzt aktualisiert am 25.07.2022 (zuletzt aufgerufen am 22.06.2023) (zuletzt aufgerufen am 30.01.2023).
- Fraunhofer ISE (2023): Schwimmende Photovoltaik (FPV). Online verfügbar unter <https://www.ise.fraunhofer.de/de/geschaeftsfelder/photovoltaik/photovoltaische-module-und-kraftwerke/integrierte-pv/schwimmende-photovoltaik.html> zuletzt aktualisiert am 2023 (zuletzt aufgerufen am 03.07.2023).
- Fraunhofer ISE, BBH, Bosch & Partner (2023): Agri-Photovoltaik im geschützten Grünland: Konzept zur Prüfung der Vereinbarkeit von Schutzziele in Schutzgebieten mit einem Zubau von Solaranlagen bei Beibehaltung der landwirtschaftlichen Flächennutzung. Bericht zum Entschließungsantrag Agri-Photovoltaik auf landwirtschaftlichem Grünland in Schutzgebieten. 21. Mai 2023, unveröffentlicht.
- Fraunhofer ISI et al (2021): TN Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Langfristszenarien 3) – BMWK. Online verfügbar unter https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS_Kurzbericht_final_v5.pdf.
- Fraunhofer ISI et al (2022): T45 Langfristszenarien für die Transformation des Energiesystems in Deutschland (Langfristszenarien 3) – BMWK. Online verfügbar unter https://www.langfristszenarien.de/enertile-explorer-wAssets/docs/LFS3_T45_Szenarien_15_11_2022_final.pdf (aufgerufen am 06.02.2023).

- Friel, D., Karimirad, M., Whittaker, T., Doran, W., Howlin, E (2019): A review of floating photovoltaic design concepts and installed variations. In 4th International Conference on Offshore Renewable Energy. CORE2019 proceedings, Glasgow: ASRANet Ltd, UK, 30 Aug 2019. Online verfügbar unter: https://www.researchgate.net/publication/335293742_A_review_of_floating_photovoltaic_design_concepts_and_installed_variations (zuletzt aufgerufen am 21.04.2022).
- Fuhs, M. (2020): top innovation: Ein neues System für den neuen Photovoltaik-Floating-Markt. pv magazine Online, verfügbar unter: <https://www.pv-magazine.de/2020/03/24/pv-magazine-top-innovation-ein-neues-system-fuer-den-neuen-photovoltaik-floating-markt/> (zuletzt aufgerufen am 14.04.2022).
- Garniel, A. & Mierwald, U. (2010): Arbeitshilfe Vögel und Straßenverkehr. Ausgabe 2010 mit redaktionellen Korrekturen Januar 2012. Hrsg.: Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung. Ergebnis des Forschungs- und Entwicklungsvorhabens FE 02.286/2007/LRB „Entwicklung eines Handlungsleitfadens für Vermeidung und Kompensation verkehrsbedingter Wirkungen auf die Avifauna“ der Bundesanstalt für Straßenwesen. Kiel.
- Gasser, E., Bendomir-Kahlo, G., Schmidt-Räntsch, A., Schmidt-Räntsch, J. (2003): Bundesnaturschutzgesetz Kommentar, 2. Auflage, München.
- Giesberts, L., Reinhardt, M. (Hrsg.) (2023): Beck'scher Online-Kommentar Umweltrecht, 67. Edition, C.H. Beck Verlag, München.
- GP Joule (2023): Regionale Wertschöpfung mit Sonne und Wasserstoff. Der Energiepark Lausitz. Stand 02.03.2023. <https://www.gp-joule.com/de/referenzen/solar/klettwitz-energiepark-lausitz> (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).
- Greb, K., Boewe, M., Sieberg, C. (Hrsg.) (2023): Beck'scher Online-Kommentar Erneuerbare-Energien-Gesetz, 13. Edition, C.H. Beck Verlag, München.
- Green Hydrogen Esslingen GmbH (o.J.): Klimaneutrales Stadtquartier in Esslingen. Online verfügbar unter: <https://green-hydrogen-esslingen.de/> (zuletzt aufgerufen am 07.06.2023).
- Großjohann, G. (2020): Floating-Solaranlage auf dem Baggersee eines Kieswerks in Weeze. EnergieBlog. Online verfügbar unter <https://energie.blog/floating-solaranlage-auf-dem-baggersee-eines-kieswerks-in-weeze/>, Stand 02.12.2020 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Grüne Liga. Netzwerk Ökologischer Bewegungen (2021): Potenziale von Floating Solar auf Lausitzer Bergbauseen. Zusammenfassung des Fachgesprächs am 26.04.2021. Cottbus. Online verfügbar unter: https://www.kein-tagebau.de/images/_dokumente/210609_broschuere_floating_solar.pdf (zuletzt aufgerufen am 23.06.2023).
- Guckelberger, A., Singler, P (2016): Aktuelle Entwicklungen der naturschutzrechtlichen Eingriffsregelung unter besonderer Berücksichtigung von Anlagen für erneuerbare Energien. In: Natur und Recht, Springer Verlag, Berlin/Heidelberg, S. 1-11.
- Günnewig D., Johannwerner, E., Kelm, T., Metzger, J., Wegner N. (2022a): Anpassung der Flächenkulisse für PV-Freiflächenanlagen im EEG vor dem Hintergrund erhöhter Zubauziele. FKZ 3719 43 105 0, Kurzstudie, UBA Texte 76/2022.
- Günnewig D., Johannwerner, E., Kelm, T., Metzger, J., Wegner, N. (2022b): Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen. FKZ 3719 43 105 0, Handlungsempfehlungen für die Regional- und Kommunalplanung. UBA August 2022.

- Günnewig D., Johannwerner, E., Kelm, T., Metzger, J., Wegner, N., Moog, C., Kamm, J. (2022c) Umweltverträgliche Standortsteuerung von Solar-Freiflächenanlagen, FKZ 3719 43 105 0, Abschlussbericht. UBA Texte 141/2022.
- Haller, T. (2021): Wasserrechtliche Zulassung von Photovoltaikanlagen auf Gewässern. In: Verwaltungsblätter für Baden-Württemberg: 309-321, Richard Boorberg Verlag, Stuttgart.
- Heinz, S., Mayer, F. & Kuhn, G. (2013): Grünlandmonitoring als Instrument zur Entwicklung einer Kennartenliste für artenreiches Grünland. *Natur und Landschaft* 9/10: 386-391.
- Heinz, S., Mayer, F., Kuhn, G. (2014): Artenreiches Grünland in Bayern. Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft. https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/ipz/dateien/aggf_2014_heinz_et_al.pdf.
- Hennenberg, K., Fritsche, U., Bleher, D., Busche, J., Hook, S., Herrera, R., Kirsmann, A., Luick, R. (2009): GTZ-Vorhaben zur praktischen Umsetzung der BioSt-NachV - Teilprojekt Flächenbezogene Anforderungen (§§ 4-7 + 10) Spezifizierungen und Empfehlungen zum Flächentyp Grünland. FINAL DRAFT. Darmstadt.
- Herden, C., Gharadjedaghi, B., Rasmus, J. (2009): Naturschutzfachliche Bewertungsmethoden von Freilandphotovoltaikanlagen, Endbericht. BfN-Skripte Nr. 247. Bonn.
- Hietel, E., Lenz, C., Schnaubelt, H. L. (2021b): Untersuchungsbericht zum Forschungsprojekt „Wissenschaftliche Untersuchungen zur Entwicklung eines Modellkonzepts für naturverträgliche und biodiversitätsfördernde Solarparks“, PDF-Datei verfügbar über die Hochschule Bingen.
- Hietel, E., Reichling, T., Lenz, C. (2021a): Leitfaden für naturverträgliche und biodiversitätsfreundliche Solarparks – Maßnahmensteckbriefe und Checklisten. PDF-Datei verfügbar über die Hochschule Bingen.
- Hoffman, B. (2023): Der delegierte Rechtsakt für grünen Wasserstoff. Stiftung Umweltenergierecht. Online abrufbar unter: https://stiftung-umweltenergierecht.de/wp-content/uploads/2023/03/Trans4Real_DA_Wasserstoff_Stiftung_Umweltenergierecht_2023-03-07.pdf.
- Hooper, T., Armstrong, A., Vlaswinkel, B. (2021): Environmental impacts and benefits of marine floating solar. In: *Solar Energy* 219: 11–14. Online verfügbar unter <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038092X2031063X> (zuletzt aufgerufen am 26.06.2023).
- Horstkötter, J. (2003): Untersuchung zur Landschaftsstruktur des Regierungsbezirks Leipzig mit Methoden der Fernerkundung und Geoinformation. Diplomarbeit zur Erlangung des akademischen Grades Diplom-Landschaftsökologe an der Westfälischen Wilhelms-Universität Münster im Fachbereich Geowissenschaften. https://www.ufz.de/export/data/2/89007_Diplom_Johannes_Horstkoetter_2003.pdf (25.07.2023).
- Horvath, Gabor; Egri, Adam; Kriska, Gyorgy; Seres, Istvan; Robertson, Bruce (2010): Reducing the Maladaptive Attractiveness of Solar Panels to Polarotactic Insects. In: *Conservation Biology* 24 (6): 1644–1653. Online verfügbar unter <https://www.researchgate.net/publication/44585834>.
- Hünig, C., & Benzler, A. (2017): Das Monitoring der Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert in Deutschland. BfN-Skripten 476. ISBN 978-3-89624-213-6. Bonn – Bad Godesberg. 2017. Abrufbar unter http://www.bfn.de/0502_skripten.html.

- IBC-Solar (2013): Freiflächenanlagen: Ost-West ist das neue Süden! Blog-Eintrag vom 29. August 2013. <https://www.abc-blog.de/2013/08/freiflaechenanlagen-ost-west-ist-das-neue-suden/> (zuletzt aufgerufen am 19.09.2023).
- Ilgen, K., Schindler, D., Wieland, S., Lange, J. (2023): The impact of floating photovoltaic power plants on lake water temperature and stratification. In: scientific reports 13. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.1038/s41598-023-34751-2> (zuletzt aufgerufen am 26.06.2023).
- Intech Clean Energy (2023): 1. Bauabschnitt einer 1,5 MW FPV-Anlage für ein Kieswerk Speyer, Stand 05.01.2023 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Jarass, H., Pieroth, B. (Hrsg.) (2022): Grundgesetz für die Bundesrepublik Deutschland, Kommentar, 17. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- Kelm, T., Jachmann, H., Fidaschek, S., Liebhart, L., Günnewig, D., Johannwerner, E. (2023): Vorbereitung und Begleitung bei der Erstellung eines Erfahrungsberichts gemäß § 97 Erneuerbare-Energien-Gesetz. Teilvorhaben solare Strahlungsenergie. Zwischenbericht, aktualisierte Fassung (Stand 24.07.2023). Erstellt im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz. Unveröffentlicht.
- KlimaExpo.NRW (2017): PV-Anlage als Deponieabdeckung: Solarenergie von der Mülldeponie. Innovationsprojekt Klimaschutz. Stand 2017. <https://www.klimaexpo.nrw/pvabdeckungdoerentrup> (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023)
- Kment, M. (Hrsg.) (2019): Raumordnungsgesetz mit Landesplanungsrecht, Kommentar, 1. Auflage, Nomos Verlag, Baden Baden.
- KNE - Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende gGmbH (2020): KNE-Antwort 237, Auswirkungen von PV-Freiflächenanlagen auf die Fauna. <https://www.naturschutz-energiewende.de/fragenundantworten/237-auswirkung-pv-freiflaechenanlagen-fauna/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023).
- KNE – Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (2021a): Anfrage Nr. 318 zu den Auswirkungen von Solarparks auf bodenbrütenden Offenlandarten. Antwort vom 17.09.2021. <https://www.naturschutz-energiewende.de/fragenundantworten/318-auswirkungen-von-solarparks-auf-bodenbruetende-offenlandarten/> (zuletzt aufgerufen am 26.07.2023).
- KNE – Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (2021b): Kriterien für eine naturverträgliche Standortwahl für Solar Freiflächenanlagen. Übersicht über die Einschätzung der Eignung verschiedener Flächentypen. Berlin. <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/kriterien-fuer-eine-naturvertraegliche-standortwahl-von-solar-freiflaechenanlagen/> (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- KNE – Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (2021c): Kriterien für eine naturverträgliche Gestaltung von Solar-Freiflächenanlagen. <https://www.naturschutz-energiewende.de/fachwissen/veroeffentlichungen/kriterien-fuer-eine-naturvertraegliche-gestaltung-von-solar-freiflaechenanlagen/> (zuletzt aufgerufen 11.09.2023).
- KNE - Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende gGmbH (2022): Wie Sie den Artenschutz in Solarparks optimieren. Hinweise zum Vorgehen für kommunale Akteure. Berlin. https://www.naturschutz-energiewende.de/wp-content/uploads/KNE_Wie_Sie_den-Artenschutz_in_Solarparks_optimieren.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).

- KNE – Kompetenzzentrum Naturschutz und Energiewende (2023): Die EU-Notfallverordnung – Regelungen zur Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien. Eine Einführung in die Thematik.
- Koch, J. (2016): Hochleistungskühe in der Milchproduktion Last durch Leistung? Norddeutscher Rundfunk, Hamburg. Online verfügbar unter: <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/hochleistungskuh-101.html> (zuletzt aufgerufen am 23.02.2023).
- Kopernikus-Projekt Ariadne (2021): Ariadne-Report: Deutschland auf dem Weg zur Klimaneutralität 2045 – Szenarien und Pfade im Modellvergleich. Online verfügbar unter https://ariadneprojekt.de/media/2022/02/Ariadne_Szenarienreport_Oktober2021_corr0222.pdf (aufgerufen am 13.01.2023).
- Kreutzman, A. (2022): Solares Neuland. Erste Photovoltaikwerke entstehen in küstennahen Gewässern - oft in Kombination mit Windparks. In: Photon 26 (9/2022): 28–31.
- Kruse, M. & Wedemeier, J. (2021): Potenzial grüner Wasserstoff: langer Weg der Entwicklung, kurze Zeit bis zur Umsetzung. Wirtschaftsdienst 101: 26–32 (2021). <https://doi.org/10.1007/s10273-021-2821-9>.
- Kuhn, G., Heinz, S., Mayer, F. (2011): Grünlandmonitoring Bayern – Ersterhebung der Vegetation 2002-2008. Schriftenreihe der Bayerischen Landesanstalt für Landwirtschaft 3.
- Kümper, B. (2015): Zur Privilegierung erneuerbarer Energien in § 35 Abs. 1 BauGB: Funktionswandel der Privilegierung und Perspektiven planerischer Steuerung. In: Zeitschrift für deutsches und internationales Bau- und Vergaberecht: 224-231, Verlag Vahlen, München.
- Lambrecht, H. & Trautner, J. (2007): Fachinformationssystem und Fachkonventionen zur Bestimmung der Erheblichkeit im Rahmen der FFH-VP – Endbericht zum Teil Fachkonventionen, Schlussstand Juni 2007. – FuE-Vorhaben im Rahmen des Umweltforschungsplanes des Bundesministeriums für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit im Auftrag des Bundesamtes für Naturschutz - FKZ 804 82 004 [unter Mitarb. von K. Kockele, R., Steiner, R. Brinkmann, D. Bernotat, E. Gassner & G. Kaule]. – Hannover, Filderstadt.
- Landesamt für Umwelt, Landwirtschaft und Geologie Freistaat Sachsen (Hrsg.) (2022): Agri-PV – Kombination von Landwirtschaft und Photovoltaik Schriftenreihe des LfULG, Heft 1/2022.
- Landkreis Karlsruhe (2023): Schwimmende Solaranlage auf dem Philippsee. Mit der Genehmigung der ersten schwimmenden Photovoltaik Anlage nehmen der Landkreis Karlsruhe und die Gemeinde Bad Schönborn eine Vorreiterrolle ein. Online verfügbar unter: <https://www.landkreis-karlsruhe.de/index.php?object=tx,3051.5&ModID=7&FID=3051.4845.1&NavID=1863.13>, Stand 12.05.2023 (zuletzt geprüft am 23.06.2023).
- Landmann, R., Rohmer, G. (Hrsg.) (2023): Umweltrecht, Kommentar, 100. Ergänzungslieferung, C.H. Beck Verlag, München.
- LANUV - Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2020): Energieatlas NRW. Online verfügbar unter: https://www.energieatlas.nrw.de/site/karte_solarkataster (zuletzt aufgerufen am 15.06.2023).
- LANUV- Landesamt für Natur, Umwelt und Verbraucherschutz Nordrhein-Westfalen (2023): Gründachkataster. Online verfügbar unter: https://www.klimaatlas.nrw.de/klima-nrw-pluskarte?itnrw_layer=ANPASS_GRUEN (zuletzt aufgerufen am 15.06.2023).

- Lausch, A. & Meyer, B. C. (2001): Auswirkungen der Landschaftsbewertung und Optimierungsszenarien auf die Landschaftsstruktur im Untersuchungsraum der Querfurter Platte. In: Mühle, H. (Hrsg.): Einfluß der Landnutzung auf Landschaftshaushalt und Biodiversität in agrarisch dominierten Räumen. UFZ-Bericht 16/2001: 236-259. [https://www.ufz.de/index.php?de=20939&pub_data\[function\]=show-File&pub_data\[PUB_ID\]=6546](https://www.ufz.de/index.php?de=20939&pub_data[function]=show-File&pub_data[PUB_ID]=6546) (25.07.2023).
- LAWA – Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2015): Empfehlung zur Ausweisung HMWB/AWB im zweiten Bewirtschaftungsplan in Deutschland. Stand 13.08.2015. Unter Mitarbeit von Ständiger Ausschuss Oberirdische Gewässer und Küstengewässer (LAWA-AO).
- LAWA – Bund-/Länder-Arbeitsgemeinschaft Wasser (2017): Handlungsempfehlung Verschlechterungsverbot. Beschlossen auf der 153. LAWA-Vollversammlung 16./17. März 2017 in Karlsruhe.
- LAWA – Länderarbeitsgemeinschaft Wasser - Expertenkreis Seen (2023): Arbeitshilfe für die gewässerökologische Beurteilung von Seen als Standorte für schwimmende Photovoltaikanlagen („FPV-Anlagen“). beschlossen auf der 69. LAWA AO-Sitzung am 25./26.01.2023 und durch die 165. LAWA-Vollversammlung am 20./21.03.2023.
- LEAG – Lausitz Energie Bergbau AG (2023): Baustart für Deutschlands größte schwimmende Solaranlage auf dem größten Bergbaufolgesee im Lausitzer Revier. Stand 16.05.2023. Online verfügbar unter <https://www.leag.de/de/news/details/baustart-fuer-deutschlands-groesste-schwimmende-solaranlage-auf-dem-groessten-bergbaufolgesee-im-lausitze/> (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (Hrsg.) (2019): Beweidung von Photovoltaik-Anlagen mit Schafen. Anforderungen an die Bauweise der Anlage und die Haltung der Schafe, die Vertragsgestaltung sowie die Vergütung.
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2022): Kennarten für artenreiches Grünland in Bayern ab 2023. Online abrufbar unter: https://www.lfl.bayern.de/mam/cms07/iab/dateien/kennarten_fProzentC3ProzentBCr_artenreiches_grProzentC3ProzentBCnland_ab_2023_end.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.06.2023).
- LfL - Bayerische Landesanstalt für Landwirtschaft (2023): Grünlandmonitoring Bayern. <https://www.lfl.bayern.de/iab/kulturlandschaft/082759/index.php> (zuletzt aufgerufen am 08.06.2023).
- LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (2013): Merkblatt Nr. 1.2/9 Planung und Errichtung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen in Trinkwasserschutzgebieten. Stand Januar 2013. Referat 93.
- LfU - Bayerisches Landesamt für Umwelt (2014): Praxis-Leitfaden für die ökologische Gestaltung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Augsburg.
- LfU BB – Landesamt für Umwelt Brandenburg (2023): Wiesenbrüter. Vögel der Agrarlandschaft. <https://lfu.brandenburg.de/lfu/de/aufgaben/natur/artenschutz/vogelschutz-warte/arbeitschwerpunkt-entwicklung-und-umsetzung-von-schutzstrategien/vogelschutz-und-schutzstrategien/wiesenbrueeter/> (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).
- LfU BY – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2023a): Arten und Artenschutz. https://www.lfu.bayern.de/natur/artenhilfsprojekte_voegel/wiesenbrueeter/arten_artenschutz/index.htm (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).

- LfU BY – Bayerisches Landesamt für Umwelt (2023b): 7. Landesweite Wiesenbrüterkartierung in Bayern 2021 – Bestand, Trends und Ursachenanalyse. UmweltSpezial. Stand März 2023. Augsburg.
- LK NRW - Landwirtschaftskammer NRW (2020) <https://www.landwirtschaftskammer.de/landwirtschaft/ackerbau/gruenland/jakobskreuzkraut.htm> (zuletzt aufgerufen am 31.05.2023).
- LK SH - Landwirtschaftskammer Schleswig-Holstein (2023): <https://www.lksh.de/landwirtschaft/gruenland/dauergruenland/allgemeines-zum-dauergruenland/> (zuletzt aufgerufen am 31.05.2023).
- LLH – Landesbetrieb Landwirtschaft Hessen (2021): Insektenfreundlich mähen – geht das? <https://llh.hessen.de/pflanze/gruenland-und-futterbau/dauergruenland/insektenfreundlich-maehen-geht-das/print/> (zuletzt aufgerufen am 26.07.2023).
- LUBW – Landesanstalt für Umwelt Baden-Württemberg (2022): Schwimmende Photovoltaik-Anlagen können Beitrag zur Energiewende in Baden-Württemberg leisten - LUBW. Online verfügbar unter <https://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/-/schwimmende-photovoltaik-anlagen-koennen-beitrag-zur-energiewende-in-baden-wuerttemberg-leisten> (zuletzt aufgerufen am 22.12.2022, zuletzt geprüft am 22.06.2023).
- Lütkes, S., Ewer, W. (Hrsg.) (2018): Bundesnaturschutzgesetz, Kommentar, 2. Auflage, C.H. Beck Verlag, München.
- Maddalena, G., Hohermut, B., Evers, F.M., Boes, R., Annelen, K. (2022): Photovoltaik und Wasserkraftspeicher in der Schweiz-Synergien und Potenzial. Hg. v. ETH Zürich. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3929/ethz-b-000571320>, (zuletzt aufgerufen am 21.06.2023).
- Mader, T., Beißwenger, T., Bertleff, B., Losert, M., Krug, H., Gißler, L. (2004): Kiesgewinnung und Wasserwirtschaft. Empfehlungen für die Planung und Genehmigung des Abbaues von Kies und Sand. Hg. v. Landesanstalt für Umweltschutz Baden-Württemberg. Karlsruhe.
- Maslaton, M. (2021): Handbuch des Rechts der Photovoltaik, 3. Auflage, Verlag für alternatives Energierecht, Leipzig.
- Mathijssen, D.; Hofs, B.; Spierenburg-Sack, E.; van Asperen, R.; von der Wal, B.; Vreenburg, J.; Ketelaars, Hl (2020): Potential impact of floating solar panels on water quality in reservoirs; pathogens and leaching. In: Water Practice & Technology 15 (3).
- Max Bögl Bauservice (2022): Stromerzeugung neu gedacht! Schwimmende Photovoltaikanlage auf dem Baggersee - Max Bögl. Online verfügbar unter <https://max-boegl.de/news/stromerzeugung-neu-gedacht-schwimmende-photovoltaikanlage-auf-dem-baggersee>, Stand 12.05.2022 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Mayer F., Heinz, S., Kuhn, G. (2020): Das Grünland des Ökologischen Landbaus in Bayern – Wie naturschutzfachlich wertvoll ist es? Naturschutz und Landschaftsplanung, Jg. 52 (04) 2020:168-175.
- McNeely, J. A., Gadgil, M., Leveque, C., Padoch, C., Redford, K. (1995): Human influence on biodiversity. In Global Biodiversity Assessment. Ed. UNEPs.: 715-821. Cambridge University Press. Cambridge.

- Mengel, A., Hoheisel, D., Lukas, A. (2018): Naturschutzrechtliche Steuerungspotenziale des Gebietsschutzes – Schwerpunkt Landschaftsschutzgebiete. In: Bundesamt für Naturschutz [Hrsg.], Naturschutz und biologische Vielfalt, Nr. 166, Bonn/Leipzig.
- MIL – Ministerium für Infrastruktur und Landesplanung Brandenburg (2022): Arbeitshilfe Bebauungsplanung, insbesondere Abschnitt B 1.11.2 Flächen für Anlagen zur Nutzung erneuerbarer Energie. <https://mil.brandenburg.de/mil/de/presse/detail/~21-12-2022-arbeitshilfe-bebauungsplanung#>, zuletzt 20.07.2023.
- MIIRIG & MELUND - Ministerium für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung (MIIRIG) und Ministerium für Energie, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) Schleswig-Holstein (2021): Grundsätze zur Planung von großflächigen Solar-Freiflächenanlagen im Außenbereich. Gemeinsamer Beratungserlass des Ministeriums für Inneres, ländliche Räume, Integration und Gleichstellung und des Ministeriums für Energie, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung vom 01. September 2021. https://www.schleswig-holstein.de/DE/fachinhalte/S/stadtenwicklung-staedtebau/Downloads/erlass_SolarFreiflaechenanlagen.pdf?__blob=publicationFile&v=1 (zuletzt aufgerufen am 21.07.2023).
- Mitschang, S. (2009): Fachliche und rechtliche Anforderungen an die Zulassung und planerische Steuerung von Fotovoltaikfreiflächenanlagen. In: Natur und Recht, Springer-Verlag, Berlin/Heidelberg, NuR 31, 821–830 (2009): 821-830. <https://doi.org/10.1007/s10357-009-1775-2>.
- MKULNV NRW Ministerium für Umwelt, Landwirtschaft, Natur- und Verbraucherschutz des Landes Nordrhein-Westfalen (2014): Photovoltaikanlagen auf Deponien – technische und rechtliche Grundlagen. Düsseldorf. Stand 2014.
- MLUK – Ministerium für Landwirtschaft, Umwelt und Klimaschutz Brandenburg (2021): Vorläufige Handlungsempfehlung des MLUK zur Unterstützung kommunaler Entscheidungen für großflächige Photovoltaik-Freiflächensolaranlagen (PV-FFA). Potsdam, 19.03.2021. <https://mluk.brandenburg.de/sixcms/media.php/9/MLUK-Handlungsempfehlung-PV-FFA.pdf> (zuletzt aufgerufen am 20.07.2023).
- Möckel S., Bathe F. (2013): Kleingewässer und Wasserrahmenrichtlinie - Ist die deutsche Handhabung korrekt? DVBI (4): 220-225.
- Monteiro Lunardi, M., J.P. Alvarez-Gaitan, J.I. Bilbao, R. Corkish (2018): A Review of Recycling Processes for Photovoltaic Modules. Chapter in: IntechOpen: Solar Panels and Photovoltaic Materials, ed. B. Zaidi. ISBN 978-1-78923-435-0, 2018.
- MUKE - Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (Hrsg.) (2019): Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden. Stuttgart. https://um.baden-wuerttemberg.de/fileadmin/redaktion/m-um/intern/Dateien/Dokumente/2_Presse_und_Service/Publikationen/Energie/Handlungsleitfaden_Freiflaechensolaranlagen.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).
- Müller, M., Burtin, C. (2021): Planungsrecht der Gemeinde für Photovoltaikanlagen auf Wasserflächen. In: Neue Justiz 60.
- NABU & BSW-Solar (2021): Kriterien für naturverträgliche Photovoltaik-Freiflächenanlagen. Gemeinsames Papier, Stand April 2021, Bonn/Berlin. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/210505-nabu-bsw-kriterieen_fuer_naturvertraegliche_solarparks.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).

- NABU (2014): Vollzugsdefizite und Verstöße gegen das Verschlechterungsverbot bei FFH-Lebensraumtypen auf Grünlandstandorten in Deutschland. Beschwerde des NABU an die Europäische Kommission wegen Nichtbeachtung des Gemeinschaftsrechts. Berlin. 2014. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/landwirtschaft/gruenland/140403-nabu-beschwerde_ffh-gr__nland.pdf.
- NABU (2021): EU-Kommission verklagt Deutschland. Grund: Verschwinden von artenreichen Wiesen. <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/landwirtschaft/artenvielfalt/lebensraum/28000.html> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- NABU (2023): Potenziale des Grünlands für Natur- und Klimaschutz ausschöpfen. Für mehr Artenvielfalt auf Wiesen und Weiden. <https://www.nabu.de/natur-und-landschaft/landnutzung/landwirtschaft/artenvielfalt/lebensraum/gruenland-position.html> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- Nixdorf, B.; Ramm, J.; von de Weyer, K.; Becker, E.: Übersicht zur ökologischen Situation ausgewählter Tagebauseen des Braunkohlebergbaus in Deutschland. Dessau-Roßlau (UBA-Texte 68/2016).
- NMELV - Niedersächsisches Ministerium für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten (2022): Merkblatt zu den Besonderen Förderbestimmungen GL 5 - Artenreiches Grünland. https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/agraarforderung/agrarumweltmassnahmen_aum/aum_details_zu_den_massnahmen/gl5_artenreiches_grunland_gl51_gl52_gl53/gl-5-artenreiches-gruenland-gl51gl52gl53-122454.html.
- Nussbaumer, H., Klenk, M. (2020): Vertikale bifaziale Module auf Dächern. Bulletin Electrosuisse. Online verfügbar unter: <https://www.bulletin.ch/de/news-detail/vertikale-bifaziale-module-auf-daechern.html> (zuletzt aufgerufen am 21.04.2021).
- Odenweller, A., George, J. F., Müller, P. M., Verpoort, P. C., Gast, L., Pfluger, B., Ueckert, F. (2022): Ariadne-Analyse Wasserstoff und die Energiekrise: fünf Knackpunkte. Kopernikus-Projekt Ariadne, Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung, Potsdam.
- Oldorff, S., Bernhard S., Krautkämmer, V., Mählmann, J., Müller, C., Köhler, R., Kirschey, T., Eßer, M., Rudwill, R., Kluge, H., Tumbrinck, J. (2016): Untersuchung von Abgrabungsgewässern in NRW - Ergebnisse der Exkursion des DGL-Arbeitskreises Tauchen in der Limnologie. Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2015 (Duisburg-Essen). Hardegsen.
- Oldorff, S., Bernhard, S., Krautkämmer, V., Brümmer, F., Müller, C., Köhler, R., Pudwill, R., Kirschey, T., Eßer, M., Yasserli S. 2015: Besonderheiten bei der Bewertung von Tagebaurestseen des LRT 3140 nach der FFH-Richtlinie – Ergebnisse der Exkursion des Arbeitskreises Tauchen in der Limnologie. Erweiterte Zusammenfassungen der Jahrestagung 2014 (Magdeburg), Hardegsen.
- Otto, J., Wegner, N. (2023): Diskussionspapier: Weiterentwicklung der Außenbereichsprivilegierung von PV-Freiflächenanlagen. In: Stiftung Umweltenergierecht [Hrsg.], Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht, Nr. 56, Würzburg.
- Pauli, F., Tritschler, R. (2020): Schwimmende Photovoltaikanlagen und ihre Genehmigungsvoraussetzungen. In: Baurecht, Werner Verlag, Düsseldorf. BauR (11): 1710-1716.

- Pedroso de Lima, R.L., Paxinou, K., Boogaard, F.C., Akkerman, O., Lin, F.-Y. (2021): In-Situ Water Quality Observations under a Large-Scale Floating Solar Farm Using Sensors and Underwater Drones. In: *sustainability* 13 (6421): 18. Online verfügbar unter <https://doi.org/10.3390/su13116421>.
- Peschel, T. & Peschel, R. (2023): Photovoltaik und Biodiversität – Integration statt Segregation! In: *Naturschutz und Landschaftsplanung*. NuL 55 (02) : 18 – 25, 2023.
- Pfalzsolar (2020): Pfalzwerke bauen schwimmende Photovoltaik für Kieswerk. Solarserver. Online verfügbar unter <https://www.solarserver.de/2020/07/31/pfalzwerke-bauen-schwimmende-photovoltaik-fuer-kieswerk/>, Stand 31.07.2020 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Piana, V. (2019): Floating PV in mountain artificial lakes: a sustainable contribution? In: *researchgate*. Online verfügbar unter <https://www.researchgate.net/publication/335841803> (zuletzt aufgerufen 26.06.2024).
- Poschlod, P. (2014): Kulturlandschaft, Landnutzungswandel und Vielfalt – Mechanismen und Prozesse der Entstehung und Entwicklung unserer Kulturlandschaft und die Notwendigkeit einer Genbank für „Wildpflanzen für Ernährung und Landwirtschaft (WEL)“. n: Poschlod, P., Borgmann, P., Listl, D., Reisch, C. & Zachgo, S., das Genbank WEL-Netzwerk (Eds.): *Handbuch Genbank WEL: 7-40*. Regensburgische Botanische Gesellschaft von 1790 e.V., Regensburg.
- Prognos, Öko-Institut, Wuppertal-Institut (2021): Klimaneutrales Deutschland 2045. Wie Deutschland seine Klimaziele schon vor 2050 erreichen kann. Online verfügbar unter https://static.agora-energiewende.de/fileadmin/Projekte/2021/2021_04_KNDE45/A-EW_231_KNDE2045_Langfassung_DE_WEB.pdf (aufgerufen am 04.01.2023)
- Raab, B. (2015): Erneuerbare Energien und Naturschutz – Solarparks können einen Beitrag zur Stabilisierung der biologischen Vielfalt leisten. In: *ANLiegen Natur* 37/1 (2015): 67-76, Laufen.
- Ragwitz M., Weidlich, A. et al. (2023): Szenarien für ein klimaneutrales Deutschland. Technologieumbau, Verbrauchsreduktion und Kohlenstoffmanagement (Schriftenreihe Energiesysteme der Zukunft). Online verfügbar unter <https://www.acatech.de/publikation/transformationpfade-klimaneutralitaet/download-pdf/?lang=de> (aufgerufen am 03.02.2023).
- RELAW - Gesellschaft für angewandtes Recht der Erneuerbaren Energien mbH (2010): Clearingstelle EEG Empfehlung 2010/2. Online verfügbar unter: <https://www.clearingstelle-eeg-kwkg.de/empfv/856/20102> (zuletzt aufgerufen am 02.06.2023).
- Repenning, J.; Harthan, R. et al. (2021): Projektionsbericht 2021 für Deutschland. Online verfügbar unter https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/372/dokumente/projektionsbericht_2021_uba_website.pdf (aufgerufen am 21.12.2022).
- Reshöft, J., Schäfermeier, A. (Hrsg.) (2014): *Erneuerbare-Energien-Gesetz, Kommentar*, 4. Auflage, Nomos Verlag, Baden Baden.
- Rosa-Clot, M., Tina, G.M., Nizetic, S. (2017): Floating photovoltaic plants and wastewater basins: an Australian project. In: *Energy Procedia* 134: 664–674. Online verfügbar unter <http://www.sciencedirect.com> (zuletzt aufgerufen am 26.06.2023).
- Säckers, J., Steffens, J. (Hrsg.) (2022): *Berliner Kommentar zum Energierecht*, Band 8, 5. Auflage, Fachmedien Recht und Wirtschaft, Frankfurt am Main.

- Säckers, J., Steffens, J. (Hrsg.) (2022): Berliner Kommentar zum Energierecht, Band 8, 5. Auflage, Fachmedien Recht und Wirtschaft, Frankfurt am Main.
- Sahu, A., Yadav, N., Sudhakar, K. (2016): Floating photovoltaic power plant: A review. In: Renewable and Sustainable Energy Reviews (66): 815–824. Online verfügbar unter <http://dx.doi.org/10.1016/j.rser.2016.08.051> (zuletzt aufgerufen am 26.06.2023).
- Sanchez Molina, Pilar (2023): EDP wins project with negative bid in Portugal's 263 MW floating PV tender. pv magazine. Online verfügbar unter <https://www.pv-magazine.com/2022/04/05/edp-wins-project-with-negative-bid-in-portugals-263mw-floating-pv-tender/>, Stand 05.04.2022 (zuletzt aufgerufen am 28.08.2023).
- Sander, A. (2021): Wirkungen der Ausgleichszulage auf die Erhaltung von Dauergrünland. NRW-Programm Ländlicher Raum 2914 bis 2020- 5-Länder-Evaluation 6/2021.
- Scheidler, A. (2019): Die naturschutzrechtliche Eingriffsregelung im Rahmen der Bauleitplanung. In: Zeitschrift für Umweltrecht, Nomos Verlag, Baden Baden, ZUR 3/2019: 145-150.
- Schirmer, T., Schulz, M. (2022): Stadt Cottbus fasst Satzungsbeschluss für Deutschlands größte Floating-PV-Anlage auf dem Cottbuser Ostsee. In: LEAG 2022, 26.10.2022. Online verfügbar unter <https://www.leag.de/de/news/details/stadt-cottbus-fasst-satzungsbeschluss-fuer-deutschlands-groesste-floating-pv-anlage-auf-dem-cottbuser-o/>, (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).
- Schlacke, S. [Hrsg.] (2017): GK-BNatSchG. Gemeinschaftskommentar zum Bundesnaturschutzgesetz. 2. Auflage. Carl Heymanns Verlag. Köln.
- Schlacke, S., Wentzien, H., Römling, D. (2022): Beschleunigung der Energiewende: Ein gesetzgeberischer Paradigmenwechsel durch das Osterpaket? In: Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht, C.H. Beck Verlag, München, NVwZ 2022: 1577-1586.
- Schlegel, J. (2021): Auswirkungen von Freiflächen-Photovoltaikanlagen auf Biodiversität und Umwelt. Literaturstudie, 12. November 2021. ZHAW, Forschungsgruppe Umweltplanung. Erstellt im Auftrag von EnergieSchweiz.
- Schmidt, C, M. Meier, A. Zürn, A. Seidel, K. Seidler (2022): Einführung der Bundeskompensationsverordnung als Landeskompensationsverordnung im Freistaat Sachsen, Stand 01.08.2022, unveröffentlicht, s. <https://tu-dresden.de/bu/architektur/ila/lp/forschung/forschungsprojekte/abgeschlossene-forschungsprojekte/arbeitshilfe-zur-einfuehrung-der-bundeskompensationsverordnung-als-landeskompensationsverordnung-im-freistaat-sachsen>.
- Schmidt, W. & Müller, E. (2019): Nachhaltiger Schutz vor Wassererosion. Grundlage für den Beitrag "Nachhaltiger Schutz vor Wassererosion", erschienen in B & B Agrar Heft 4/2015, S. 16-17, abrufbar unter <https://www.bmel.de/DE/themen/landwirtschaft/pflanzenbau/bodenschutz/bodenerosion-durch-wasser.html> (zuletzt aufgerufen am 08.06.2023). Nossen.
- Schmidtchen, M. (2014): Klimagerechte Energieversorgung im Raumordnungsrecht, Mohr Siebeck, Tübingen.
- Schmitt, J.-L. (2019): Schwimmende Photovoltaik - Energiewende auf dem Wasser. Online verfügbar unter: <https://www.wiwo.de/unternehmen/energie/schwimmende-photovoltaik-schwimmende-photovoltaik-ist-aktuell-nur-mit-foerdermitteln-rentabel/25167372-2.html> (zuletzt aufgerufen am 21.04.2022).

- Schnelle, T. (2020): Schwimmende Photovoltaik. Bauausschuss beginnt Verfahren für ein schwimmendes Solarkraftwerk. Online verfügbar unter https://www.cdu-hueckelhoven.de/lokal_1_1_147_Schwimmende-Photovoltaik.html, Stand 01.12.2020 (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Schoof, N. et al. (2020): Grünlandschutz in Deutschland. BfN-Skripten 539, 2. Auflage, Bonn – Bad Godesberg 2020.
- Schumacher, J. & Fischer-Hüftle, P. (Hrsg.) (2021): Bundesnaturschutzgesetz. Kommentar mit Umweltrechtsbehelfsgesetz und Bundesartenschutzverordnung. 3. Auflage, Stuttgart.
- Schwaiger und Burbach (2022): Kartierung der Brutvögel und Nahrungsgäste im Bereich der Freiflächen-Photovoltaikanlage Schornhof im Donaumoos 2021/2022. - Gutachten im Auftrag des Bayerischen Landesamtes für Umwelt (LfU), 53 S. mit Anhang, Augsburg. <https://www.lfu.bayern.de/natur/gutachten/detail.htm?id=9a0c17e>.
- Solarserver (2021a): TubeSolar kooperiert mit Dachbegrünungs-Spezialist ZinCo. Online verfügbar unter: <https://www.solarserver.de/2021/04/28/tubesolar-kooperiert-mit-dachbegruenungs-spezialist-zinco/> (zuletzt aufgerufen am 21.04.2022).
- Solarserver (2021b): Schwimmende Photovoltaik: Baywa baut die größten europäischen Floating-PV-Anlagen. In: Solarserver, 19.07.2021. Online verfügbar unter <https://www.solarserver.de/2021/07/19/schwimmende-photovoltaik-baywa-baut-die-groessten-europaeischen-floating-pv-anlagen> (zuletzt aufgerufen am 28.08.2023).
- Spannowsky, W., Uechtritz, M. (Hrsg.) (2021): Beck'scher Online-Kommentar Baugesetzbuch, 59. Edition, C.H. Beck Verlag, München.
- Südkurier (2023): Die erste schwimmende Photovoltaikanlage im Landkreis Sigmaringen ist in Betrieb. SÜDKURIER Online, Stand 09.05.2023. Online verfügbar unter <https://www.suedkurier.de/region/linzgau/pfullendorf/die-erste-schwimmende-photovoltaikanlage-im-landkreis-sigmaringen-ist-in-betrieb;art372569,11563562> (zuletzt aufgerufen am 29.08.2023).
- Szabadi, K., Kurali, A., Rahman, N., Froidevaux, J., Tinsley, E., Jones, G., Görföl, T., Estók, P., Zsebök, S. (2023): The use of solar farms by bats in mosaic landscapes: Implications for conservation. *Global Ecology and Conservation*. Vol. 44, <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2351989423001166> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).
- Szombathy, M., Kroll, J. (2022): Photovoltaikanlagen: Das Recycling entwickelt sich. *EU-Recycling - Das Fachmagazin für den europäischen Recyclingmarkt*. Jg. 39, Nr. 3: 32-36, https://eu-recycling.com/pdf/EU-Recycling_03-2022 (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- Tinsley, E., Froidevaux, J., Zsebök, S., Szabadi, K., Jones, G. (2023): Renewable energies and biodiversity: Impact of ground-mounted solar photovoltaic sites on bat activity. *Journal of Applied Ecology*. Vol. 60, Issue 9: 1752-1762, <https://besjournals.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.1111/1365-2664.14474> (zuletzt aufgerufen am 01.12.2023).
- Trautner J., Attinger, A., Dörfel, T. (2022): Umgang mit Naturschutzkonflikten bei Freiflächen-solaranlagen in der Regionalplanung. Orientierungshilfe zum Arten- und Biotopschutz für die Region Bodensee-Oberschwaben. Arbeitsgruppe für Tierökologie und Planung im Auftrag des Regionalverbandes Bodensee-Oberschwaben. Filderstadt.
- Tröltzsch, P & E. Neuling (2013): Die Brutvögel großflächiger Photovoltaik-Anlagen in Brandenburg. *Die Vogelwelt* Bd. 134: 144-179, 2013.

- Trommsdorff M. u. a. (2022a): „Agri-Photovoltaik: Chance für Landwirtschaft und Energiewende. Ein Leitfaden für Deutschland.“ Fraunhofer ISE, April 2022. [Online]. <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/APV-Leitfaden.pdf>.
- Trommsdorff M., et al. (2022b): Agrivoltaics: solar power generation and food production, in: Gorjian S. and Campana P.: Solar Energy Advancements in Agriculture and Food Production Systems. Elsevier. ISBN: 9780323886253; <https://doi.org/10.1016/C2020-0-03304-9>.
- UBA – Umweltbundesamt (2010): Seen 08.10.2010. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/wasser/seen#wissenswertes> (zuletzt aufgerufen am 02.02.2023).
- UBA – Umweltbundesamt (2021a): Treibhausgasminderung um 70 Prozent bis 2030: So kann es gehen! Online verfügbar unter: https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/1410/publikationen/2021-09-23_position_treibhausgas-minderungen-2030_neu.pdf (aufgerufen am 01.02.2023).
- UBA – Umweltbundesamt (2021b): Zustand der Seen. Umweltbundesamt. Online verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/daten/wasser/zustand-der-seen#okologischer-zustand-der-seen>, zuletzt aktualisiert am 19.07.2021, (zuletzt aufgerufen am 06.07.2023).
- UBA – Umweltbundesamt (2023a): Klimaschutz in der Landwirtschaft – Weiter Emissionen der Landwirtschaft. 21.03.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/klimaschutz-in-der-landwirtschaft#weitere-emissionen-der-landwirtschaft> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- UBA – Umweltbundesamt (2023b): Klimaschutz in der Landwirtschaft – Landwirtschaft und Klimaschutz. 21.03.2023. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-landwirtschaft/landwirtschaft-umweltfreundlich-gestalten/klimaschutz-in-der-landwirtschaft#landwirtschaft-und-klimaschutz> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- UBA – Umweltbundesamt 2022a: Grünlandumbruch – Schutz des Grünlandes. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/land-forstwirtschaft/gruenlandumbruch#schutz-des-grunlands>. Download am 20.02.23.
- UBA – Umweltbundesamt 2022b: Indikator: Grünlandfläche. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-gruenlandflaeche> (zuletzt aufgerufen am 01.06.2023).
- UBA – Umweltbundesamt 2022c: Erosion – jede Krume zählt. <https://www.umweltbundesamt.de/themen/boden-flaeche/bodenbelastungen/erosion-jede-krume-zaehlt#undefined> (zuletzt aufgerufen am 08.06.2023).
- Ullrich, Sven (2021): Neue Studie: Solaranlagen auf Gründächern sind effizienter. TFV Technischer Fachverlag. Online verfügbar unter: <https://www.erneuerbareenergien.de/solar/neue-studie-solaranlagen-auf-gruendaechern-sind-effizienter> (zuletzt aufgerufen am 15.06.2023).
- UM BW – Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg (2019): Freiflächensolaranlagen. Handlungsleitfaden.
- Unternehmensinitiative „Biodiversitätsfördernde Agri-PV“ (2023): PV-Freifläche im Einklang mit nachhaltiger Landwirtschaft und Biodiversität. https://591d1701-2201-4dad-afde-bd6404eff62f.usrfiles.com/ugd/591d17_ec55fc0fce52404c875607b002c9b606.pdf (zuletzt aufgerufen am 08.08.2023).

- van de Poel, D. & Zehm, A. (2014): Die Wirkung des Mähens auf die Fauna der Wiesen – Eine Literaturoberwertung für den Naturschutz. – ANLiegen Natur 36(2): 36–51, Laufen. www.anl.bayern.de/publikationen (zuletzt aufgerufen am 23.02.2023).
- Vollprecht, J. (2022): Überblick aktueller Rechtsrahmen hinsichtlich EU-Direktzahlungen, planerischer Aspekte, EEG und steuerrechtliche Einordnung. 2. Ressortgespräch zur Agri-Photovoltaik (Agri-PV). BMBF, 09. November 2022. Vortrag, unveröffentlicht.
- von Seht, H. (2020): Photovoltaik-Freiflächenanlagen: Ein Hoffnungsträger für die Energiewende. Auswirkungen, gesetzlicher Änderungsbedarf und planerische Handlungserfordernisse. In: Umwelt- und Planungsrecht, Verlagsgruppe Hüthig Jehle Rehm, München, S. 257-263.
- Wachter, T., Sybertz, J., Hanusch, M., Pieck, S. (2023): Der Fachbeitrag Wasserrahmenrichtlinie im Zusammenspiel mit anderen naturschutz- und umweltrechtlichen Prüfinstrumenten. Entwicklung von „blauen Maßnahmen“ für den Landschaftspflegerischen Begleitplan. In: UVP-report 37 (1): 7-19. DOI: 10.17442/uvp-report.037.03.
- Wagegg, J., Trumpp, S. (2015): Freiflächen-Solaranlagen und Naturschutz. Eingriff oder Verbesserung im Vergleich zur Landwirtschaft. In: Natur und Recht (12): 815-821, 2015, Springer Verlag, Berlin, Heidelberg.
- Wagner, S. (2018): Klimaschutz durch Raumordnung, Lexxion-Verlag, Berlin.
- Wattmanufactur (2022): Ausbau der Photovoltaik auf Freiflächen im Einklang mit landwirtschaftlicher Nutzung und Naturschutz. Die Lösung: Extensive Agri-PV. <https://www.wattmanufactur.de/extensive-agri-pv.html> (zuletzt aufgerufen am 24.07.2023).
- Wegner, N. (2021): Ausschreibung nach EEG und Naturschutz. In Mengel, A. [Hrsg.], Bundesfachtagung Naturschutzrecht 2019 - Naturschutz im Kontext von Klimawandel und Energiewende: 87-103, 2021, kassel university press, Kassel.
- Wilkins, Celina (2022): Die Nutzung von Photovoltaik-Freiflächenanlagen durch die Vogelwelt im Sommer. Bachelorarbeit Sommersemester 2022, Leibniz-Universität Hannover, Fakultät für Architektur und Landschaft, Institut für Umweltplanung.
- Wittnebel, M., Frank, S., Tiemeyer, B. (2023a): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Projectbrief. Thünen-Institut für Agrarklimaschutz. 2023/05. Braunschweig. DOI:10.3220/PB1683114247000.
- Wittnebel, M., Frank, S., Tiemeyer, B. (2023b): Aktualisierte Kulisse organischer Böden in Deutschland. Braunschweig: Johann Heinrich von Thünen-Institut, 78 p, Thünen Working Paper 212. DOI: 10.3220/WP1683180852000.
- World Bank Group, ESMAP - Energy Sector Management Assistance Program, SERIS - Solar Energy Research Institute of Singapore (2018): Where the Sun Meets Water: Floating Solar Market Report. World Bank, Washington, DC. Online verfügbar unter https://www.esmap.org/sites/default/files/esmap-files/ESMAP_FloatingSolar_Web_FINAL.PDF, (zuletzt aufgerufen am 08.07.2023).
- WUN H2 GmbH (o.J.): Willkommen bei der größten Elektrolyseanlage Bayerns. Online verfügbar unter: <https://www.wun-h2.de/> (zuletzt aufgerufen am 07.06.2023).
- Wydra, K., V. Vollmer, S. Schmidt, S. Prichta, R. Kunze, und H. Aulich (2022): „Potential der Agri-Photovoltaik in Thüringen“. SolarInput e.V., 2022. [Online]. https://solarinput.de/wp-content/uploads/2022/05/APV-Studie_19052022_Final.pdf.

- Zahn, A. (2014): Einführung in die naturschutzorientierte Beweidung. - In: Burkart-Aicher, A. et al., Online-Handbuch "Beweidung im Naturschutz", Akademie für Naturschutz und Landschaftspflege (ANL), Laufen. <http://www.anl.bayern.de/fachinformationen/beweidung/handbuchinhalt.htm> (zuletzt aufgerufen am 23.02.2023).
- Zaplata, M. & M. Stöfer, NABU (2022): Metakurzstudie zu Solarparks und Vögeln des Offenlandes. Stand 18.03.2022. https://www.nabu.de/imperia/md/content/nabude/energie/solarenergie/220318_solarpark-vogelstudie_offenland.pdf, zuletzt 25.07.2023.
- Zeit online (2023): Solarkraftwerk. Energiepark Witznitz geht im Herbst ans Netz. Meldung vom 10. Juli 2023. <https://www.zeit.de/news/2023-07/10/energiepark-witznitz-geht-im-herbst-ans-netz> (zuletzt aufgerufen am 10.07.2023).
- ZHAW - Züricher Hochschule für angewandte Wissenschaften (2019): Senkrechte Solaranlage und kühlendes Gründach ergänzen sich ideal. Online verfügbar unter: <https://www.zhaw.ch/de/engineering/ueber-uns/news/news/event-news/senkrechte-solaranlage-und-kuehlendes-gruendach-ergaenzen-sich-ideal/> (zuletzt aufgerufen am 21.04.2022).
- Ziar, H., Prudon, B., Roeffen, B., Stark, T. (2020): Innovative floating bifacial photovoltaic solutions for inland water areas. In: Progress in Photovoltaics Research and Applications (DOI: 10.1002/pip.3367).
- Ziegert, B. (2021): PPA-Photovoltaik-Projekte zeigen 2021 ein starkes Wachstum. In: pv-magazine, <https://www.pv-magazine.de/2021/09/27/ppa-photovoltaik-projekte-zeigen-2021-ein-starkes-wachstum/> (zuletzt aufgerufen am 07.08.2023).

Gesetzestexte, Richtlinien, Verordnungen

- AEG - Allgemeines Eisenbahngesetz vom 27. Dezember 1993 (BGBl. I S. 2378, 2396; 1994 I S. 2439), das zuletzt durch Artikel 10 des Gesetzes vom 10. September 2021 (BGBl. I S. 4147) geändert worden ist.
- BayStMB – Bayerisches Staatsministerium für Wohnen, Bau und Verkehr (2021): Bau- und landesplanerische Behandlung von Freiflächen-Photovoltaikanlagen. Hinweise des Bayerischen Staatsministeriums für Wohnen, Bau und Verkehr in Abstimmung mit den Bayerischen Staatsministerien für Wissenschaft und Kunst, für Wirtschaft, Landesentwicklung und Energie, für Umwelt und Verbraucherschutz sowie für Ernährung, Landwirtschaft und Forsten. Stand 10.12.2021. Online verfügbar unter https://www.stmb.bayern.de/assets/stmi/buw/baurechtundtechnik/25_rundschreiben_freiflaechen-photovoltaik.pdf.
- BKompV – Bundeskompensationsverordnung vom 14. Mai 2020 (BGBl. I S. 1088).
- BNatSchG – Bundesnaturschutzgesetz vom 29. Juli 2009 (BGBl. I S. 2542), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 8. Dezember 2022 (BGBl. I S. 2240) geändert worden ist.
- BNatSchGuaÄndG - Gesetz zum Schutz der Insektenvielfalt in Deutschland und zur Änderung weiterer Vorschriften. Gesetz vom 18.08.2021 (BGBl. I S. 3908 (Nr. 59)); Geltung ab 01.03.2022, abweichend siehe Artikel 4.

DüV – Verordnung über die Anwendung von Düngemitteln, Bodenhilfsstoffen, Kultursubstraten und Pflanzenhilfsmitteln nach den Grundsätzen der guten fachlichen Praxis beim Düngen (Düngeverordnung). Düngeverordnung vom 26. Mai 2017 (BGBl. I S. 1305), die zuletzt durch Artikel 97 des Gesetzes vom 10. August 2021 (BGBl. I S. 3436) geändert worden ist.

EEG 2021 - Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 3026) geändert worden ist.

EEG 2023 – Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das zuletzt durch Artikel 3 des Gesetzes vom 22. Mai 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 133) geändert worden ist.

FFH-Richtlinie – Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21. Mai 1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen zuletzt geändert durch Richtlinie 2013/17/EU des Rates vom 13. Mai 2013.

GAPDZV – GAP-Direktzahlungen-Verordnung vom 24. Januar 2022 (BGBl. I S. 139; 2022 I S. 2287), die durch Artikel 1 der Verordnung vom 30. November 2022 (BAnz AT 01.12.2022 V1) geändert worden ist.

GAPKondG – GAP-Konditionalitäten-Gesetz vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 2996; 2022 I S. 2262)" Gem. § 24 Abs. 2 i. V. m. Nr 1 Bek. v. 5.12.2022 I 2262 ist dieses Gesetz im Übrigen am 22.11.2022 in Kraft getreten.

HmbBNatSchAG – Hamburgisches Gesetz zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (HmbBNatSchAG) vom 11. Mai 2010, das zuletzt geändert durch Gesetz vom 24. Januar 2020 (HmbGVBl. S. 92).

InnAusV -Innovationsausschreibungsverordnung vom 20. Januar 2020 (BGBl. I S. 106), die zuletzt durch Artikel 8 des Gesetzes vom 16. Juli 2021 (BGBl. I S. 2512) geändert worden ist.

MBO – Musterbauordnung Fassung November 2002 zuletzt geändert durch Beschluss der Bauministerkonferenz vom 22./23.09.2022.

MU/ML Nds. 2022: Entwurf der Richtlinien über die Gewährung von Zuwendungen zur Förderung einer nachhaltigen und umwelt-, klima- sowie naturschutzgerechten Bewirtschaftung von landwirtschaftlich genutzten Flächen in Bremen, Hamburg und Niedersachsen (Richtlinie AUKM) (Stand 02.12.2022) https://www.ml.niedersachsen.de/startseite/themen/landwirtschaft/agraarforderung/agraarumweltmassnahmen_aum/aum_die_neue_struktur/aum-die-neue-struktur-121427.html (zuletzt aufgerufen am 23.02.2023).

NatLandEingrV RP 2006 – Landesverordnung über die Bestimmung von Eingriffen in Natur und Landschaft. Vom 19. Dezember 2006. (Rheinland-Pfalz).

NatSchAG-MV – Gesetz des Landes Mecklenburg-Vorpommern zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes (Naturschutzausführungsgesetz - NatSchAG M-V) vom 23. Februar 2010), zuletzt geändert durch Artikel 1 des Gesetzes vom 24. März 2023 (GVOBl. M-V S. 546).

NatSchG Saarl – Gesetz zum Schutz der Natur und Heimat im Saarland - Saarländisches Naturschutzgesetz - (SNG) -Vom 5. April 2006. Zuletzt geändert durch Artikel 162 des Gesetzes vom 8. Dezember 2021 (Amtsbl. I S. 2629).

OGewV - Oberflächengewässerverordnung vom 20. Juni 2016 (BGBl. I S. 1373), die zuletzt durch Artikel 2 Absatz 4 des Gesetzes vom 9. Dezember 2020 (BGBl. I S. 2873) geändert worden ist.

Richtlinie 2009/28/EG des europäischen Parlaments und des Rates vom 23. April 2009 zur Förderung der Nutzung von Energie aus erneuerbaren Quellen und zur Änderung und anschließenden Aufhebung der Richtlinien 2001/77/EG und 2003/30/EG, Abl. der Europäischen Union L 140/16 v. 5.6.2009.

ThürNatSchG – Thüringer Gesetz zur Ausführung des Bundesnaturschutzgesetzes und zur weiteren landesrechtlichen Regelung des Naturschutzes und der Landschaftspflege (Thüringer Naturschutzgesetz -ThürNatG-). Vom 30. Juli 2019, zuletzt geändert durch Artikel 1a des Gesetzes vom 30. Juli 2019 (GVBl. S. 323, 340).

USchadG – Umweltschadensgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2021 (BGBl. I S. 346).

Verordnung (EU) 2022/2577 des Rates vom 22. Dezember 2022 zur Festlegung eines Rahmens für einen beschleunigten Ausbau der Nutzung erneuerbarer Energien, ABl. EU L 335/36 vom 29.12.2022.

Verordnung (EU) .../... zur Ergänzung der Richtlinie (EU) 2018/2001 des Europäischen Parlaments und des Rates durch Festlegung einer Unionsmethode mit detaillierten Vorschriften für die Herstellung erneuerbarer flüssiger und gasförmiger Kraftstoffe nicht-biologischen Ursprungs. Abl. EU C (2023) 1087 final.

WHG – Wasserhaushaltsgesetz vom 31. Juli 2009 (BGBl. I S. 2585), das zuletzt durch Artikel 1 des Gesetzes vom 4. Januar 2023 (BGBl. 2023 I Nr. 5) geändert worden ist.

Abbildungsverzeichnis

Abb. 1:	Entwicklung des PV-Ausbaus in ausgewählten Szenarien [Angaben in GW]	20
Abb. 2:	Entwicklung der installierten Leistung von PV-Freiflächenanlagen gemäß den Zielsetzungen des EEG 2023. Eigene Berechnungen.....	21
Abb. 3:	Flächeninanspruchnahme für PV-Freiflächenanlagen im Jahr 2022 und Bandbreite der Flächeninanspruchnahme für 2030/2040 im EEG-Zielpfad. Eigene Berechnungen.	22
Abb. 4:	Ost-West-Modulflächen des derzeit größten in Bau befindlichen Energieparks Witznitz auf rekultivierten Braunkohleflächen (Foto: D. Günnewig, Juli 2023)	30
Abb. 5:	Schematische Darstellung des Geltungsbereichs eines fiktiven Bebauungsplans mit den Abgrenzungen des Sondergebietes SO (orange) mit potenzieller Kompensationsleistung (grüne Schraffur), der Baugrenzen (blaue Linie) und der nicht bebauten Flächen für landschaftspflegerische Maßnahmen; diese werden im Maßnahmenplan weiter konkretisiert.	31
Abb. 6:	Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und möglicher Aufwertung von PV-Freiflächenanlagen (eigene Darstellung)	33
Abb. 7:	Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und Aufwertung einer PV-Freiflächenanlage auf gering wertigem Standort mit Biodiversitätsmanagement und Monitoring sowie Maßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang (eigene Darstellung).....	34
Abb. 8:	Schematische Darstellung von Eingriff, Ausgleich und Aufwertung einer PV-Freiflächenanlage auf höherwertigem Standort mit Biotopentwicklungsmaßnahmen und Maßnahmen im räumlich-funktionalen Zusammenhang (eigene Darstellung)	36
Abb. 9:	Entwicklung des Dauergrünlands und Anteil des ertragsarmen Grünlandes in Deutschland (BLE 2022)	42
Abb. 10:	Dauergrünland – Gesamtfläche und Anteil an der landwirtschaftlich genutzten Fläche in Deutschland (UBA 2022b).....	43
Abb. 11:	Regelungen zum Schutz von Dauergrünland (eigene Abbildung in Anlehnung an Sander (2021), angepasst an die GAP 2023).....	52
Abb. 12:	Anteil von 455 Graslandarten an verschiedenen Stufen der Mahdverträglichkeit, von 1/2 = unverträglich bis 9 = überaus verträglich. a) alle Graslandarten; b) Arten des Kulturgraslandes; c) Kulturgraslandarten einer Stufe (b) im Bezug zur Gesamtartenzahl der Stufe a). (Dierschke & Briemle (2002): S. 45, Abbildung 35).....	55
Abb. 13:	Floating PV-Anlage Bomhofsplas (Copyright BayWa r.e.).....	97
Abb. 14:	Regionale Verteilung der weltweit installierten Leistung für Floating PV-Anlagen (gerundet).	100
Abb. 15:	Verteilung der weltweit installierten Floating PV-Anlagen nach Leistungsklasse und unter Angabe der jeweiligen Projektanzahl (Eigene Darstellung)	100
Abb. 16:	Schematische Darstellung einer schwimmenden PV-Anlage (World Bank, ESMAP, SERIS 2018)	101

Abb. 17:	Installation der Solarmodule einer schwimmenden PV-Anlage (Copyright BayWa r.e.).....	102
Abb. 18:	Flächenpotenziale für Floating PV im Bereich der Lausitz nach dem Lake Water Body-Datensatz der BfG (Überschwemmungsgebiete und natürliche Seen sind im gezeigten Kartenausschnitt nicht enthalten)	122
Abb. 19:	Flächenpotenziale für Floating PV im Bereich der Lausitz nach Datensatz Digitales Landschaftsmodell des BKG	123
Abb. 20:	Floating-PV-Anlage bei Leimersheim (Copyright Erdgas Südwest)	126
Abb. 21:	Qualitätskomponenten des ökologischen Zustandes bzw. Potenzials und chemischen Zustandes eines Sees (eigene Darstellung)	135
Abb. 22:	Regelungsbereiche zum Erreichen einer gewässer- und naturschutzverträglichen Genehmigung von FPV-Anlagen in Deutschland ...	139
Abb. 23:	Anteil der Wasserkörper in Seen in mindestens gutem Zustand oder mit mindestens gutem Potenzial (UBA 2021b). Quelle: Umweltbundesamt, Berichtportal WasserBLICK; Bundesanstalt für Gewässerkunde 2021, Bewirtschaftungspläne für die Periode 2022 bis 2027.	143
Abb. 24:	Ableitung von gewässerökologischen Maßnahmen für eine Floating PV-Anlage.....	144
Abb. 25:	Bruttozubau von PV-Freiflächenanlagen nach Inbetriebnahmejahren. Datenquelle: EEG-Daten, MaStR	202
Abb. 26:	Portfoliogröße an in Betrieb befindlichen PV-Freiflächenanlagen	208
Abb. 27:	Anzahl der Anlagenbetreibenden die das aktive Repowering planen (in Verbindung mit der Größe des Anlagenportfolios).....	210
Abb. 28:	Geplanter Zeitpunkt des aktiven Repowerings. Angabe nach Betriebsjahren.....	211
Abb. 29:	Mittlere erwartete Leistungssteigerung durch die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings.	211
Abb. 30:	Gründe für die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings.....	212
Abb. 31:	Gründe gegen die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings.....	213
Abb. 32:	HydexPLUS Wasserstoff-Vollkostenindex 1. Januar bis 5. Mai 2023	220
Abb. 33:	Bereitstellungskosten von Wasserstoff (spezifische Vollkosten pro Megawattstunde (MWh) Wasserstoff (H ₂)) (Odenweller et al. 2022).....	221

Tabellenverzeichnis

Tab. 1:	Vergleich des Photovoltaikausbaus in aktuellen Szenarien.....	19
Tab. 2:	Schutzgutbezogene Übersicht üblicher Wirkfaktoren von Solar-Freiflächenanlagen und der initiierten Nutzungsänderung (eigene Darstellung)	25
Tab. 3:	Kompensationswerte von allgemeinen Grünland-Zielbiotopen bei der Umwandlung von Acker zu Grünland im Bereich einer PV-Freiflächenanlage gemäß HzE Mecklenburg-Vorpommern (2018).....	37
Tab. 4:	Grünland-FFH-Lebensraumtypen des Anhang I der FFH-Richtlinie und Zustand (BfN 2020, Anhang)	47
Tab. 5:	Ökologische und ökonomische Kennzeichen unterschiedlichen Grünlandes (eigene Darstellung in Anlehnung an Elsässer 2018: 11).....	58
Tab. 6:	Biotopwerte gemäß § 5 Abs. 2 BKompV und Anlage 2.	59
Tab. 7:	Legende zu Tab. 8: Gesamtliste aller Acker- und Grünlandbiotop aus Anlage 2 BKompV.....	60
Tab. 8:	Biotopwerte der Acker- und Grünlandbiotop aus Anlage 2 BKompV (zum Teil zusammengefasst).....	61
Tab. 9:	Kennarten für artenreiches Grünland in Bayern (Auszug aus der Tabelle); Beispiel: Bayern ab 2023. (LfL 2022)	64
Tab. 10:	Kennarten für artenreiches Grünland, Bsp. Niedersachsen, Merkblatt zu den besonderen Förderbestimmungen (NMELV 2022)	65
Tab. 11:	Artenreichtum als Standortkriterium: Vorschlag zur Differenzierung von S. Dullau	66
Tab. 12:	Deduktiv abgeleitete Orientierungswerte für Stördistanzen von Freiflächensolaranlagen (Trautner et al. 2022:36).....	68
Tab. 13:	Merkmale der Anlagentypen	72
Tab. 14:	Farbliche Codierung des potenziellen Aufwertungspotenzials.....	72
Tab. 15:	Bewertungsmatrix	74
Tab. 16:	Anlagenkonfiguration einer ertragsoptimierten Ost-West-Anlage	75
Tab. 17:	Anlagenkonfiguration einer eng gestellten Freiflächenanlage.	76
Tab. 18:	Anlagenkonfiguration einer weit gestellten Freiflächenanlage.	76
Tab. 19:	Anlagenkonfiguration eines „Biodiversitäts-Solarparks“	77
Tab. 20:	Anlagenkonfiguration einer hochaufgeständerten, horizontalen Agri-PV-Anlage entsprechend der DIN SPEC 91434 Kategorie I.....	79
Tab. 21:	Anlagenkonfiguration einer bodennahen, vertikalen Agri-PV-Anlage entsprechend der DIN SPEC 91434 Kategorie II.....	79
Tab. 22:	Anlagenkonfiguration einer extensiven Agri-PV-Anlage im Sinne des § 38b EEG 2024	80
Tab. 23:	Standortkriterien für PV-Freiflächenanlagen.....	91
Tab. 24:	Vergleichende Betrachtung von Beweidung und Mahd als Instrumente zur Offenhaltung von PV-Freiflächenanlagen. Quelle: ARGE PV 2007: 9 Tab. 8-1 in Anlehnung an Jessel et al. 2002 (verändert)	94

Tab. 25:	Realisierte bzw. in Bau befindliche Floating PV-Vorhaben in Deutschland (Quelle: Marktstammdatenregister und eigene Recherchen; Stand Juli 2023).....	99
Tab. 26:	Hypothetische und empirische Auswirkungen von Floating PV-Anlagen auf Oberflächengewässer, Uferbereiche und das Landschaftsbild (Stand Juli 2023)	105
Tab. 27:	Statistik der Oberflächen- und Grundwasserkörper (BMUV/UBA 2022)	110
Tab. 28:	Gesamtoberfläche und Anzahl der Seen nach Größenklassen in den Bundesländern (verändert nach BfN 2004)	111
Tab. 29:	Daten zur Auswertung der Potenziale von Seen in Deutschland für Floating PV	112
Tab. 30:	Größenverteilung der Standgewässer in Deutschland.....	113
Tab. 31:	Flächenpotenziale von Seen in Deutschland für Floating PV.....	113
Tab. 32:	Nutzbare Flächenpotenziale der Seen in Deutschland für Floating PV-Anlagen unter Abzug der natürlichen Gewässer (Datensatz: Lake Water Body, BfG 2023).....	114
Tab. 33:	Flächenpotenziale der Seen in Deutschland in Bezug auf Schutzgebietskategorien (Lake Water Body Datensatz, BfG 2023).....	115
Tab. 34:	Flächenpotenziale der Seen in Deutschland für Floating PV abzüglich Überschwemmungsgebiete (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023).....	116
Tab. 35:	Wirtschaftlich nutzbares Flächenpotenzial der Seen in Deutschland für Floating PV abzüglich Restriktionskategorien (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023).....	118
Tab. 36:	Wirtschaftlich nutzbares Potenzial der berichtspflichtigen Seen für Floating PV in Deutschland (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023).....	120
Tab. 37:	Wirtschaftlich nutzbares Potenzial von nicht-berichtspflichtigen Seen für Floating PV in Deutschland (DLM-Datensatz, BKG 2021)	121
Tab. 38:	Wirtschaftlich nutzbares Potenzial von Seen für Floating PV in Deutschland (ohne Nationalparks, Naturschutzgebiete, Nationale Naturmonumente, Überschwemmungsgebiete und natürliche Seen)	124
Tab. 39:	Wirkfaktoren einer FPV-Anlage (FPV) und deren potenzieller Wirkzusammenhang mit den Qualitätskomponenten und UQN für Seen (Stand Juli 2023).....	137
Tab. 40:	Bewertung der deutschen Seen nach gewässerökologischen Wertstufen (Lake Water Body-Datensatz, BfG 2023)	143
Tab. 41:	Unverbindlicher Vorschlag für Anpassung der Bedeckungsgrade für Floating PV-Anlagen auf Seen	146
Tab. 42:	Quantifizierung der aus dem EEG fallenden Leistung von PV-Freiflächenanlagen nach dem Inbetriebnahmejahr bzw. dem Jahr des Förderendes (Datenquelle: EEG-Daten, MaStR, eigene Berechnungen, ARGE PV-Monitoring 2008)	203
Tab. 43:	Parameter zur Kostenberechnung verschiedener Optionen zur Wasserstoffherzeugung (energate messenger 2023b: entnommen am 05.05.2023).....	219
Tab. 44:	Beispiele für Elektrolyseprojekte mit Strombezug aus PV	223

Tab. 45:	Zuschläge und Gebote für besondere Solaranlagen, Innovationsausschreibungen 01.04.2022. Datenquelle: Bundesnetzagentur.....	228
Tab. 46:	Zuschläge und Gebote für besondere Solaranlagen, Ausschreibungen für Anlagen des ersten Segments (Freiflächenanlagen) 01.03.2023. Datenquelle: Bundesnetzagentur.....	229

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erklärung
a	Jahr
Abb.	Abbildung
ABl.	Amtsblatt
Abs.	Absatz
AEG	Allgemeines Eisenbahngesetz
Agri-PV	Agri-Photovoltaik, meint eine Doppelnutzung der Flächen zur gleichzeitigen Erzeugung von landwirtschaftlichen Erzeugnissen und Strom aus solarer Strahlungsenergie
Art.	Artikel
Aufl.	Auflage
AUKM	Agrarumwelt- und Klimamaßnahmen
BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
Bd.	Band
BfN	Bundesamt für Naturschutz
BGBI.	Bundesgesetzblatt
BKompV	Bundeskompensationsverordnung
BMEL	Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft
BMUV	Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz
BMWK	Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz
BNatSchG	Bundesnaturschutzgesetz
BT-Drs	Bundestag-Drucksache
BVerfG	Bundesverfassungsgericht
BVerwG	Bundesverwaltungsgericht
CEF-Maßnahmen	Maßnahmen zur dauerhaften Sicherung der ökologischen Funktion (<i>continuous ecological functionality</i>). Sie werden als vorgezogene Ausgleichsmaßnahmen verstanden (Artenschutz).
dt TM/ha	Dezitonnen Trockenmasse pro Hektar
DüV	Düngeverordnung

Abkürzung	Erklärung
EE-Anlagen	Erneuerbare-Energien-Anlagen
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EL	Ergänzungslieferung
EU	Europäische Union
EuGH	Europäischer Gerichtshof
FFH	Flora-Fauna-Habitat
Floating PV / FPV	Schwimmende PV-Anlage
GAB	Grundanforderungen an die Betriebsführung
GAP	Gemeinsame Agrarpolitik
GAPDZV	GAP-Direktzahlungen-Verordnung
GAPKondG	GAP-Konditionalitäten-Gesetzes
GLÖZ	Standards für den guten landwirtschaftlichen und ökologischen Zustand von Flächen
GRZ	Grundflächenzahl
GW	Gigawatt
GW/a	Gigawatt pro Jahr
GWp	Gigawattpeak; maximale Leistung von Solaranlagen unter Standardbedingungen in Gigawatt angegeben
ha	Hektar
HNV-Farmland	„Landwirtschaftsflächen mit hohem Naturwert“ (high nature value farmland)
InnAusV	Innovationsausschreibungsverordnung
i. S. d.	im Sinn des
Kap.	Kapitel
km ²	Quadratkilometer
LF	Landwirtschaftsfläche
LRT	Lebensraumtyp
MaStR	Marktstammdatenregister
MJ NEL/kg TM	Megajoule Netto-Energie-Laktation je Kilogramm Trockenmasse; Kennzahl für den Energiegehalt von Tierfutter in der Landwirtschaft
MW	Megawatt

Abkürzung	Erklärung
MWp	Megawattpeak; maximale Leistung von Solaranlagen unter Standardbedingungen in Megawatt angegeben
Nr.	Nummer
OGewV	Oberflächengewässerverordnung
PPA	Power Purchase Agreement, Direktabnahmevertrag für Strom
PV	Photovoltaik
RED	Renewable Energy Directive; Erneuerbare-Energien-Richtlinie der EU
RL	Richtlinie
Rn.	Randnummer
ROG	Raumordnungsgesetz
S.	Satz
SO	Sondergebiet
Tab.	Tabelle
Urt. v.	Urteil vom
UVPG	Gesetz über die Umweltverträglichkeitsprüfung
vgl.	vergleiche
VO	Verordnung
WHG	Wasserhaushaltsgesetz
WRRL	Wasserrahmenrichtlinie

A Anhang zu Abschnitt 7 „Rechtsrahmen für eine naturverträgliche räumliche Steuerung von PV-Freiflächenanlagen

A.1 Flächen für „nicht-besondere“ PV-Freiflächenanlagen in der Ausschreibung im Sinne des EEG 2023

Förderfähige Flächen für „nicht-besondere“ Solaranlagen in der Ausschreibung, § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023, § 38a Abs. 1 Nr. 5 EEG 2023, §§ 3, 36 WHG, § 35 Abs. 1 Nr. 8 BauGB

§ 37 Abs. 1 Nr. 2 lit.	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstiges Erfordernis
a)	Versiegelte Fläche ³²¹	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i.S.v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Bebauungsplan	-
b)	Konversionsfläche ³²² aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Bebauungsplan	-
c) i. V. m. § 35I Nr. 8 lit. b) BauGB	Streifen von 200 m Breite entlang von Autobahnen oder Schienenwegen außerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i.S.v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	-	-
c)	Streifen von 500 m Breite entlang von Autobahnen und Schienenwegen	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i.S.v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Bebauungsplan	-

³²¹ Versiegelung: Vollständige oder teilweise Abdeckung oder Verdichtung des Bodens, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, Beck'scher Online Kommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 Rn. 20.

³²² Flächen, die für mehrere Jahre für die genannten Zwecke genutzt wurden und bei denen die Auswirkungen der jeweiligen Nutzungsarten noch fortwirken (BT-Drs. 16/8148, 60).

§ 37 Abs. 1 Nr. 2 lit.	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstiges Erfordernis
d)	-	<ul style="list-style-type: none"> • entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Vor dem 01.09.2003 aufgestellter Bebauungsplan, der später nicht mit dem Zweck geändert wurde, eine Solaranlage zu errichten	-
e)	-	<ul style="list-style-type: none"> • entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Ausweisung der Fläche als Gewerbe- oder Industriegebiet in einem vor dem 01.01.2010 beschlossenen Bebauungsplan	-
f)	-	<ul style="list-style-type: none"> • entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Für die Fläche wurde ein Planfeststellungsverfahren, ein sonstiges Verfahren mit den Rechtswirkungen der Planfeststellung für Vorhaben von überörtlicher Bedeutung oder ein Verfahren auf Grund des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für die Errichtung und den Betrieb öffentlich zugänglicher Abfallbeseitigungsanlagen, an dem die Gemeinde beteiligt wurde, durchgeführt	-
g)	-	<ul style="list-style-type: none"> • entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	-	Fläche stand oder steht im Eigentum des Bundes oder der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben und wurde nach dem 31.12.2013 von der Bundesanstalt für Immobilienaufgaben verwaltet und für die Entwicklung von Solaranlagen auf ihrer Internetseite veröffentlicht

§ 37 Abs. 1 Nr. 2 lit.	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstiges Erfordernis
h)	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der Fläche als Ackerland³²³, Fläche liegt in einem „benachteiligten Gebiet“³²⁴ 	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG	-	<ul style="list-style-type: none"> Rechtsverordnung des Bundeslands, dass und unter welchen Voraussetzungen auf benachteiligten Flächen (im Bundesland) Freiflächenanlagen auf benachteiligten Gebieten errichtet werden dürfen³²⁵, Bekanntmachung der RVO durch BNetzA vor Gebotstermin
i)	<ul style="list-style-type: none"> Nutzung der Fläche als Grünland³²⁶, Fläche liegt in benachteiligtem Gebiet 	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	-	<ul style="list-style-type: none"> Rechtsverordnung des Bundeslands, dass und unter welchen Voraussetzungen auf benachteiligten Flächen (im Bundesland) Freiflächenanlagen auf benachteiligten Gebieten errichtet werden dürfen, Bekanntmachung der RVO durch BNetzA vor Gebotstermin
j), 1. Var.	Von Menschen geschaffenes oberirdische Gewässer oder Küstengewässer	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden, Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder 	-	

³²³ Nutzung zur Gewinnung von Feldfrüchten, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, Beck'scher OnlineKommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 Rn. 49.

³²⁴ § 3 Nr. 7 EEG 2023: „benachteiligtes Gebiet“ [ist] ein Gebiet im Sinne
 a) der Richtlinie 86/465/EWG des Rates vom 14. Juli 1986 betreffend das Gemeinschaftsverzeichnis der benachteiligten landwirtschaftlichen Gebiete im Sinne der Richtlinie 75/268/EWG (Deutschland) (ABl. L 273 vom 24.09.1986, S. 1), die zuletzt durch die Entscheidung 97/172/EG (ABl. L 72 vom 13.03.1997, S. 1) geändert worden ist, oder
 b) des Artikels 32 der Verordnung (EU) Nr. 1305/2013 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 17.12.2013 über die Förderung der ländlichen Entwicklung durch den Europäischen Landwirtschaftsfonds für die Entwicklung des ländlichen Raums (ELER) und zur Aufhebung der Verordnung (EG) Nr. 1698/2005 (ABl. L 347 vom 20.12.2013, S. 487) in der Fassung, die zuletzt durch die Delegierte Verordnung (EU) 2021/1017 vom 15.04.2021 (ABl. L 224 vom 24.06.2021, S. 1) geändert worden ist.

³²⁵ Hinweis: In der am 10.03.2023 veröffentlichten "Photovoltaik-Strategie" des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz wird angekündigt, es solle geprüft werden, ob die bisherige "Opt-In-Lösung" (Bundesländer müssen benachteiligte Gebiete explizit für FFA öffnen) in eine "Opt-Out-Regelung" umgewandelt werden soll (Bund regelt, dass benachteiligte Gebiete grundsätzlich eine förderfähige Gebietskulisse für FFA sind, Länder können davon abweichen), *Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz*, Photovoltaik-Strategie, März 2023, S. 11.

³²⁶ "Grünland" im EEG nicht definiert.

§ 37 Abs. 1 Nr. 2 lit.	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstiges Erfordernis
		<p>Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG</p> <ul style="list-style-type: none"> • Anlage bedeckt, ausgehend von der Linie des Mit- telwasserstandes, mehr als 15 Pro- zent der Gewäs- serfläche bedeckt, • ausgehend von der Linie des Mit- telwasserstandes beträgt der Ab- stand zum Ufer weniger als 40 Meter 		
j), 2. Var.	Durch Menschen in ih- rem Wesen physika- lisch erheblich verän- derte oberirdische Ge- wässer oder Küsten- gewässer	<ul style="list-style-type: none"> • entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorbo- den, • Festsetzung der Fläche als Natur- schutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG, • Anlage bedeckt, ausgehend von der Linie des Mit- telwasserstandes, mehr als 15 Pro- zent der Gewäs- serfläche bedeckt, • ausgehend von der Linie des Mit- telwasserstandes beträgt der Ab- stand zum Ufer weniger als 40 Meter 	-	

A.2 Förderfähige Flächen für „besondere“ PV-Freiflächenanlagen in der Ausschreibung im Sinne des EEG 2023

Förderfähige Flächen für „besondere“ Solaranlagen, § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023, § 38a Abs. 1 Nr. 5 EEG 2023, § 85c EEG 2023, Festlegung (BNetzA), Az. 8175-07-00-21/1.

§ 37 Abs. 1 Nr. 3 lit.	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Sonstige Anforderung
a)	Ackerfläche ³²⁷ mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau	<ul style="list-style-type: none"> • Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Einhaltung des Standes der Technik ³²⁸
b)	landwirtschaftliche Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkulturen ³²⁹ oder mehrjährigen Kulturen ³³⁰	<ul style="list-style-type: none"> • Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Einhaltung des Standes der Technik
c)	Grünland ³³¹ , das als Dauergrünland genutzt wird	<ul style="list-style-type: none"> • Moorboden, • Festsetzung der Fläche als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG, • Natura 2000-Gebiet³³², • Lebensraumtyp nach Anhang I der FFH-Richtlinie³³³ 	
d)	Parkplatzfläche	-	-
e)	entwässerte und landwirtschaftlich genutzte Moorböden, die im Zuge der Errichtung der PV-Anlage dauerhaft wiedervernässt werden	-	-

³²⁷ Keine Ackerfläche: Flächen mit Dauergrünland, Dauerweideland, Dauerkulturen, siehe *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 2.

³²⁸ Einhaltung wird vermutet, wenn über gesamte Förderdauer Anforderungen der DIN SPEC 91434:2021-5 erfüllt sind.

³²⁹ Nicht in die Fruchtfolge einbezogene Kulturen, die für die Dauer von mindestens fünf Jahren auf den Flächen verbleiben und wiederkehrende Erträge liefern, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 3.

³³⁰ Kulturen, die mindestens für die Dauer von zwei aufeinander folgenden Jahren auf der Fläche verbleiben, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 3.

³³¹ "Grünland" im EEG nicht definiert, siehe aber § 85c Abs. 1, Abs. 3 EEG 2023: Ermächtigungsgrundlage für *BNetzA*, (genauere) Anforderungen an besondere Solaranlagen zu stellen.

³³² § 7 Abs. 1 Nr. 8 BNatSchG: Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung und Europäische Vogelschutzgebiete.

³³³ Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.05.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

A.3 Förderfähige Flächen für Anlagen außerhalb der Ausschreibungen³³⁴

Bei den Solaranlagen (und damit auch Freiflächenanlagen), deren anzulegender Wert per Gesetz bestimmt wird (Anlagen bis 1 MW installierte Leistung), besteht im EEG eine andere Regelungstechnik als bei den Solaranlagen in der Ausschreibung. Die in den § 48 Abs. 1 Nr. 2-4, 6 EEG 2023 aufgezählten Flächenkategorien entsprechen dabei im Wesentlichen den Kategorien des § 37 Abs. 1 Nr. 2 EEG 2023 (“nicht-besondere Solaranlagen”), § 48 Abs. 1 Nr. 5 lit. a)-e) EEG 2023 entspricht den Kategorien der “besonderen Solaranlagen” in § 37 Abs. 1 Nr. 3 EEG 2023.

Förderfähige Flächen für „besondere“ Solaranlagen, § 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 2-6 EEG 2023, § 35 Abs. 1 Nr. 8 b) BauGB, § 85c EEG 2023, Festlegung (BNetzA), Az. 8175-07-00-21/1.

§ 48 Abs. 1 S. 1	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstige Anforderung
Nr. 2	-	entwässerter, landwirtschaftlich genutzter Moorboden	Für die Fläche wurde ein Planfeststellungsverfahren, ein sonstiges Verfahren mit den Rechtswirkungen der Planfeststellung für Vorhaben von überörtlicher Bedeutung oder ein Verfahren auf Grund des Bundes-Immissionsschutzgesetzes für die Errichtung und den Betrieb öffentlich zugänglicher Abfallbeseitigungsanlagen, an dem die Gemeinde beteiligt wurde, durchgeführt	-
Nr. 3 lit. a)	-	entwässerter landwirtschaftlich genutzter Moorboden	Vor dem 01.09.2003 aufgestellter Bebauungsplan, der später nicht mit dem Zweck geändert wurde, eine Solaranlage zu errichten	-
Nr. 3 lit. b)	-	entwässerter landwirtschaftlich genutzter Moorboden	Ausweisung der Fläche als Gewerbe- oder Industriegebiet in einem vor dem 01.01.2010 beschlossenen Bebauungsplan	-
Nr. 3 lit. c) lit. aa)	Streifen von 500 m Breite entlang von Autobahnen und Schienenwegen	entwässerter landwirtschaftlich genutzter Moorboden	Bebauungsplan, der nach dem 01.09.2003 zumindest auch mit dem Zweck der Errichtung einer Solaranlage aufgestellt oder geändert worden ist	-

³³⁴ § 48 Abs. 1 S. 1 Nr. 2-6 EEG 2023, § 35 Abs. 1 Nr. 8 lit. b) BauGB.

§ 48 Abs. 1 S. 1	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstige Anforderung
Nr. 3 lit. c) lit. bb)	Versiegelte Fläche ³³⁵	entwässerter landwirtschaftlich genutzter Moorboden	Bebauungsplan, der nach dem 01.09.2003 zumindest auch mit dem Zweck der Errichtung einer Solaranlage aufgestellt oder geändert worden ist	
Nr. 3 lit. c) lit. cc)	Konversionsfläche ³³⁶ aus wirtschaftlicher, verkehrlicher, wohnungsbaulicher oder militärischer Nutzung	<ul style="list-style-type: none"> entwässerter landwirtschaftlich genutzter Moorboden, keine Festsetzung als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	Bebauungsplan, der nach dem 01.09.2003 zumindest auch mit dem Zweck der Errichtung einer Solaranlage aufgestellt oder geändert worden ist	-
Nr. 4, 1. Var.	Von Menschen geschaffenes oberirdische Gewässer oder Küstengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Anlage bedeckt, ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes, mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche bedeckt, ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes beträgt der Abstand zum Ufer weniger als 40 Meter 	-	-
Nr. 4, 2. Var.	Durch Menschen in ihrem Wesen physikalisch erheblich veränderte oberirdische Gewässer oder Küstengewässer	<ul style="list-style-type: none"> Anlage bedeckt, ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes, mehr als 15 Prozent der Gewässerfläche bedeckt, ausgehend von der Linie des Mittelwasserstandes beträgt der Abstand zum Ufer weniger als 40 Meter 	-	-
Nr. 5 lit. a)	Ackerfläche ³³⁷ mit gleichzeitigem Nutzpflanzenanbau	<ul style="list-style-type: none"> kein Moorboden, keine Festsetzung als Naturschutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 	-	-

³³⁵ Versiegelung: Vollständige oder teilweise Abdeckung oder Verdichtung des Bodens, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, Beck'scher Online Kommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 -Rn. 20.

³³⁶ Flächen, die für mehrere Jahre für die genannten Zwecke genutzt wurden und bei denen die Auswirkungen der jeweiligen Nutzungsarten noch fortwirken (BT-Drs. 16/8148, 60).

³³⁷ Nutzung zur Gewinnung von Feldfrüchten, *Lippert*, in: Greb/Boewe/Sieberg, Beck'scher Online Kommentar EEG, 13. Edition 2023, § 37 Rn. 49. Keine Ackerfläche: Flächen mit Dauergrünland, Dauerweideland, Dauerkulturen, BNetzA, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 2.

§ 48 Abs. 1 S. 1	Positive Flächeneigenschaft (muss vorliegen)	Negative Flächeneigenschaft (darf nicht vorliegen)	Bauplanungsrechtliches Erfordernis	Sonstige Anforderung
		bzw. § 24 BNatSchG		
Nr. 5 lit. b)	landwirtschaftliche Nutzung in Form eines Anbaus von Dauerkul- turen ³³⁸ oder mehrjäh- rigen Kulturen ³³⁹	<ul style="list-style-type: none"> kein Moorboden, keine Festsetzung als Naturschutzge- biet oder National- park i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG 	-	-
Nr. 5 lit. c)	Grünland ³⁴⁰ , das als Dauergrünland ge- nutzt wird	<ul style="list-style-type: none"> Moorboden, Festsetzung der Fläche als Natur- schutzgebiet oder Nationalpark i. S. v. § 23 bzw. § 24 BNatSchG, Natura 2000-Ge- biet³⁴¹, Lebensraumtyp nach Anhang I der FFH-Richtlinie³⁴² 	-	-
Nr. 5 lit. d)	Parkplatzfläche	-	-	-
Nr. 5 lit. e)	entwässerte und land- wirtschaftlich genutzte Moorböden, die im Zuge der Errichtung der PV-Anlage dauer- haft wiedervernässt werden	-	-	-
Nr. 6	Streifen von 200 m Breite entlang von Au- tobahnen oder Schie- nenwegen außerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile	<ul style="list-style-type: none"> [Hinweis: Das Fehlen des Merk- mals "entwässer- ter, landwirtschaft- lich genutzter Moorboden" ist ein redaktionelles Ver- sehen und soll ge- ändert werden] 	-	-

³³⁸ Nicht in die Fruchtfolge einbezogene Kulturen, die für die Dauer von mindestens fünf Jahren auf den Flächen verbleiben und wiederkehrende Erträge liefern, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-21/1, S. 3.

³³⁹ Kulturen, die mindestens für die Dauer von zwei aufeinander folgenden Jahren auf der Fläche verbleiben, *BNetzA*, Festlegung 8175-07-00-021/1, S. 3.

³⁴⁰ "Grünland" im EEG nicht definiert, siehe aber § 85c Abs. 1, Abs. 3 EEG 2023: Ermächtigungsgrundlage für *BNetzA*, (genauere) Anforderungen an besondere Solaranlagen zu stellen.

³⁴¹ § 7 Abs. 1 Nr. 8 BNatSchG: Gebiete von gemeinschaftlicher Bedeutung und Europäische Vogelschutzgebiete.

³⁴² Richtlinie 92/43/EWG des Rates vom 21.05.1992 zur Erhaltung der natürlichen Lebensräume sowie der wildlebenden Tiere und Pflanzen.

B Anhang zu Abschnitt 8 „Betriebsoptionen für PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade“

B.1 Repowering-Rechenbeispiele (K.-H. Remmers)

Beispiel 1:

Ausgangssituation: 5,5 Megawattpeak am Netz, basierend auf zwölf Jahre alten kristallinen Modulen, im Mittel 230 W_p , Watt/ 60 Zellen (ehemaliger Standard ca. 1 m x 1,6 m). Die Zellen liegen in vier Reihen quer und sind mit zentralen Wechselrichtern verschaltet. Leermodule vorhanden.

2022: Austausch auf gleicher Fläche gegen 350- W_p -Module: Leistungserhöhung von 5,5 MW_p auf 8,37 MW_p . Ergänzung einer 5. Reihe bei heutiger Schattentoleranz ermöglicht weitere Leistungserhöhung auf 10,47 MW_p , plus weitere Reserveoptionen von ca. 400 kW_p also 10,87 MW_p .

Alternativer Komplettabbau mit neu strukturiertem Grundaufbau auf 6 Reihen ergäbe ca. 13 MW_p .

Beispiel 2:

Ausgangssituation: 2,9 MW_p Dünnschichtmodule

2017: Verwendung von 275- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 8 MW_p

2022: Verwendung von 350- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 10 MW_p bei gleicher Modulzahl, 12,5 MW_p bei gleichzeitiger Optimierung des Reihenabstandes

Prognose 2030: bei dann ca. 30 Prozent Modulwirkungsgrad mind. 17,5 MW_p

Beispiel 3:

Ausgangssituation: 1 MW_p (Dünnschicht)

2019: Verwendung von 275- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 3 MW_p

2022: Verwendung von 350- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 3,4 MW_p

Beispiel 4:

Ausgangssituation: 3,9 MW_p (Dünnschicht)

2019: Verwendung von 275- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 12,5 MW_p .

2022: Verwendung von 350- W_p -Modulen, Leistungserhöhung auf 14,1 MW_p

B.2 Betreiberumfrage

Betriebsoptionen von PV-Freiflächenanlagen in der zweiten Betriebsdekade

Mehr und mehr PV-Freiflächenanlagen (PV-FFA) sind bereits länger als zehn Jahre in Betrieb. Für manche dieser Anlagen nähert sich das Ende der zwanzigjährigen EEG-Vergütungsdauer. Für diese Anlagen stehen Entscheidungen an, ob sie weiterbetrieben, stillgelegt oder nach 20 Jahren bzw. frühzeitig im Rahmen der EEG-Repoweringregelung erneuert werden sollen. Die Befragung hat das Ziel, Erkenntnisse darüber zu gewinnen, welche (Weiter-)Betriebsoptionen Anlagenbetreiber in Erwägung ziehen.

Die nachfolgenden Fragen beziehen sich auf Ihr Unternehmen und alle damit verbundenen Unternehmen. Sollten Sie für verschiedene Projektgesellschaften mehrere Fragebögen erhalten, genügt das Ausfüllen eines Fragebogens.

Datenschutz: Die Erhebung der Daten und Antworten erfolgt anonymisiert. Die Befragungsergebnisse erlauben keine Rückschlüsse auf Ihr Unternehmen. Bitte achten Sie darauf, in den Freitextfeldern keine personen-/unternehmensbezogenen Angaben einzutragen.

Die Umfrage dauert ca. 10 Minuten. In Abhängigkeit Ihrer Antworten werden bestimmte Fragen ein- oder ausgeblendet.

Die vorliegende Befragung erfolgt im Rahmen eines Forschungsprojekts im Auftrag des Bundesamts für Naturschutz (BfN). Die Befragungsergebnisse werden im Abschlussbericht veröffentlicht.

Sollten Sie Rückfragen haben, zögern Sie nicht uns zu kontaktieren. Vielen Dank für Ihre Teilnahme!

Einstiegsfrage

Nr.	Frage	Antwortoption
1.	Wie groß ist das Portfolio Ihres Unternehmens an in Betrieb befindlichen PV-Freiflächenanlagen?	<input type="checkbox"/> bis einschließlich 10 MW _p <input type="checkbox"/> mehr als 10 MW _p und bis einschließlich 50 MW _p <input type="checkbox"/> mehr als 50 MW _p und bis einschließlich 250 MW _p <input type="checkbox"/> mehr als 250 MW _p <input type="checkbox"/> [Freitext]

Themenfeld 1: Umgang mit dem Auslaufen der EEG-Vergütung

Nr.	Frage	Antwortoption
2.	Haben Sie PV-Freiflächenanlagen in Ihrem Anlagenportfolio, die seit mindestens 15 Jahren in Betrieb sind?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein (Wenn Nein dann weiter mit Frage Nr. 11)

Nr.	Frage	Antwortoption
3.	Gibt es darunter Anlagen, für die Sie eine vollständige Ausschöpfung der zwanzigjährigen EEG-Vergütungsdauer planen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein (Wenn Nein dann weiter mit Frage Nr. 11)

Nr.	Frage	Antwortoption
4.	Für welchen Anteil (leistungsbezogen) dieser mindestens 15 Jahre alten PV-Freiflächenanlagen planen Sie die vollständige Ausschöpfung der EEG-Vergütungsdauer?	[Prozent] % (Ganze Zahl)

Nr.	Frage	Antwortoption
5.	Denken Sie an die PV-Freiflächenanlagen, für die Sie die EEG-Vergütungsdauer vollständig ausschöpfen werden: Welche Folgeoption(en) werden Sie für diese Anlagen bzw. Standorte voraussichtlich verfolgen? (Bitte auf die Gesamtsumme von 100% achten) Je nachdem was und wie viel angekreuzt wird, würde es mit mehr oder weniger Folgefragen weitergehen.	<input type="checkbox"/> Weiterbetrieb [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] → Weiter mit Frage 6 <input type="checkbox"/> Rückbau und anschließend Bau einer Neuanlage [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] → Weiter mit Frage 8 <input type="checkbox"/> vollständiger Rückbau ohne Repowering [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] → Weiter mit Frage 9+Frage 10 <input type="checkbox"/> Andere [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] [Freitext]

Nr.	Frage	Antwortoption
6.	Welches Geschäftsmodell planen Sie für den Weiterbetrieb Ihrer PV-Freiflächenanlagen nach dem Ende der EEG-Vergütungsdauer? Geben Sie bitte den geschätzten Anteil an der Gesamtleistung aller betroffenen Anlagen an. (Bitte auf die Gesamtsumme von 100% achten)	<input type="checkbox"/> Direktvermarktung an der Strombörse (z. B. am Spotmarkt) [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Vermarktung über PPAs [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] → zusätzlich Frage 7 <input type="checkbox"/> Anteilige Eigenversorgung [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Vollständige Eigenversorgung [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Noch offen [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Andere [Freitext] [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung]

Nr.	Frage	Antwortoption
7.	Mit welcher PPA-Laufzeit rechnen Sie für Ihre PV-Freiflächenanlagen im Weiterbetrieb?	Angabe in Jahren: [Jahre] (ganze Zahl)

Nr.	Frage	Antwortoption
8.	Mit welcher Leistungssteigerung auf der Fläche rechnen Sie im Mittel für die Neuanlagen? (Verhältnis von Neuanlagenleistung zu Altanlagenleistung)	[Faktor] (Zahl mit 1 Nachkommastelle, Verhältnis von Neu- zu Altanlagenleistung)

Denken Sie nun an die PV-Freiflächenanlagen, die Sie nach Ablauf der EEG-Vergütungsdauer vollständig zurückbauen und nicht durch eine Neuanlage ersetzen werden:

Nr.	Frage	Antwortoption
9.	Welche Gründe sind entscheidend für den Rückbau?	5 = trifft voll zu, 4 = trifft eher zu, 3 = teils/teils, 2 = trifft eher nicht zu; 1 = trifft nicht zu
	Technische Probleme	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Weiterbetrieb nicht wirtschaftlich	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Standort- und Genehmigungsprobleme	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Arten- und Naturschutzbelange (bitte benennen Sie diese [Freitext])	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Bestehende Rückbauvereinbarung oder befristete Nutzung im Bebauungsplan kann nicht geändert werden	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Pacht-/Nutzungsvertrag für die Fläche(n) wird vom Verpächter/Eigentümer nicht verlängert	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Sonstige: [Freitext]	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich

Nr.	Frage	Antwortoption
10.	Ist im Bebauungsplan festgelegt oder auf andere Weise bestimmt, wie die frei werdenden Flächen in Zukunft genutzt werden sollen? (Bitte auf die Gesamtsumme von 100% achten)	<input type="checkbox"/> Landwirtschaftliche Nutzung (Ackerbau) [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtfläche] <input type="checkbox"/> Grünland [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtfläche] <input type="checkbox"/> Unbekannt <input type="checkbox"/> Sonstige [Freitext] [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtfläche]

Themenfeld 2: Aktives Repowering

Im zweiten Teil der Befragung geht es um den konkreten Fall des "aktiven Repowerings".

Bisher waren dem Austausch von Modulen während der Laufzeit der EEG-Vergütung enge Grenzen gesetzt. Mit der Novelle des Energiesicherungsgesetzes lockern sich die Vorgaben für Freiflächenanlagen zum Modulaustausch. Ab 2023 können demnach auch funktionsfähige Solarmodule durch leistungsstärkere ersetzt und dabei die EEG-Vergütung aufrechterhalten werden. Die EEG-Vergütung kann jedoch nur für die bisher vergütete Leistung in Anspruch genommen werden, nicht für den Leistungsaufwuchs.

Nr.	Frage	Antwortoption
11.	Nach § 38b (2) und § 48 (4) EEG 2023 ist Repowering von PV-Freiflächenanlagen vor dem Ablauf der EEG-Vergütungsdauer möglich (aktives Repowering). Planen Sie für PV-Freiflächenanlagen in Ihrem Portfolio die Möglichkeit des aktiven Repowerings zu nutzen?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein (Wenn Nein dann weiter mit Frage Nr.19)

Nr.	Frage	Antwortoption
12.	Denken Sie nun an die PV-Freiflächenanlagen, für die vor dem Ablauf der EEG-Vergütungsdauer Repoweringmaßnahmen ergriffen werden sollen. Nach wie vielen Betriebsjahren planen Sie die betreffende(n) PV-Freiflächenanlage(n) zu ersetzen?	<input type="checkbox"/> Vor Beginn des 11. Betriebsjahres <input type="checkbox"/> Nach dem 10. Betriebsjahr und vor Beginn des 16. Betriebsjahres <input type="checkbox"/> Nach dem 15. Betriebsjahr bis zum Ablauf der EEG-Vergütungsdauer <input type="checkbox"/> Noch unbekannt

Nr.	Frage	Antwortoption
13.	Welche Leistungssteigerung erwarten Sie im Mittel für die Anlagen, die Sie aktiv reponieren möchten? (Verhältnis von Neuanlagenleistung zu Altanlagenleistung)	[Faktor] (Zahl mit 1 Nachkommastelle, Verhältnis von Neu- zu Altanlagenleistung)

Nr.	Frage	Antwortoption
14.	Welche Gründe sprechen aus Ihrer Sicht für das aktive Repowering?	5 = trifft voll zu, 4 = trifft eher zu, 3 = teils/teils, 2 = trifft eher nicht zu; 1 = trifft nicht zu

Nr.	Frage	Antwortoption
	Ertragssteigerung durch den Einsatz effizienterer Module	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Frühzeitige Sicherung der Flächenweaternutzung	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Möglichkeit, um auf unkalkulierbare technische Probleme zu reagieren (z. B. höherer Leistungsverlust der Module)	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Möglichkeit zur Umsetzung eines anderen Anlagenlayouts bzw. -konzepts (bspw. Agri-PV oder Biodiversitäts-PV)	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Weitere [Freitext]	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich

Nr.	Frage	Antwortoption
15.	Planen Sie für eine oder mehrere Anlagen, die für das aktive Repowering vorgesehen sind, eine Änderung des Anlagenkonzepts/-layouts?	<input type="checkbox"/> Ja <input type="checkbox"/> Nein (Wenn Nein dann weiter mit Frage Nr.17)

Nr.	Frage	Antwortoption
16.	Welche Anlagenkonzepte kommen dafür in Frage?	5 = trifft voll zu, 4 = trifft eher zu, 3 = teils/teils, 2 = trifft eher nicht zu; 1 = trifft nicht zu
	Biodiversitäts-Solarpark	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Agri-PV, Kategorie I (DIN SPEC 91434)	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Agri-PV, Kategorie II (DIN SPEC 91434)	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Weitere [Freitext]	

Nr.	Frage	Antwortoption
17.	Welche Form der Vermarktung planen Sie nach Ablauf der zwanzigjährigen EEG-Ver-gütungsdauer für die Bestandsleistung sowie für die zusätzlich installierte Leistung?	<input type="checkbox"/> Direktvermarktung an der Strombörse (z. B. am Spotmarkt) [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung]

Nr.	Frage	Antwortoption
	(Bitte auf die Gesamtsumme von 100% achten)	<input type="checkbox"/> Vermarktung über PPAs [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Anteilige Eigenversorgung [Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung] <input type="checkbox"/> Vollständige Eigenversorgung <input type="checkbox"/> Sonstige [Freitext][Abfrage x % (geschätzt) der Gesamtleistung]

Nr.	Frage	Antwortoption
18.	Bitte geben Sie an, zu welchen Anteilen Sie von folgenden Nutzungswegen für die noch funktionsfähigen Module ausgehen, die beim aktiven Repowering anfallen: (Bitte auf die Gesamtsumme von 100% achten)	<input type="checkbox"/> Recycling: [Prozentzahl] % <input type="checkbox"/> Zweitmarkt: [Prozentzahl] % <input type="checkbox"/> Andere [Freitext]: [Prozentzahl] % <input type="checkbox"/> Keine Angabe

Nr.	Frage	Antwortoption
19.	Welche Gründe sprechen aus Ihrer Sicht gegen die Inanspruchnahme des aktiven Repowerings?	5 = trifft voll zu, 4 = trifft eher zu, 3 = teils/teils, 2 = trifft eher nicht zu; 1 = trifft nicht zu
	Zu geringer wirtschaftlicher Vorteil	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Längere Nutzung bzw. Weiternutzung der Fläche nicht möglich	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Zu geringe Restlaufzeit der EEG-Förderung	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Fehlende Finanzierung (keine Absicherung durch das EEG für die zusätzliche Leistung)	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Funktionsfähige Anlagen sollen möglichst lange betrieben werden	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich
	Weitere [Freitext]	<input type="checkbox"/> 5 <input type="checkbox"/> 4 <input type="checkbox"/> 3 <input type="checkbox"/> 2 <input type="checkbox"/> 1 <input type="checkbox"/> keine Angabe möglich

Die „BfN-Schriften“ sind eine seit 1998 unperiodisch erscheinende Schriftenreihe in der institutionellen Herausgeberschaft des Bundesamtes für Naturschutz (BfN) in Bonn. Sie sind kurzfristig erstellbar und enthalten u.a. Abschlussberichte von Forschungsvorhaben, Workshop- und Tagungsberichte, Arbeitspapiere oder Bibliographien. Viele der BfN-Schriften sind digital verfügbar. Printausgaben sind auch in kleiner Auflage möglich.

DOI 10.19217/skr712