

CLIMATE CHANGE

32/2023

Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an Land

Abschlussbericht

CLIMATE CHANGE 32/2023

EVUPLAN des Bundesministerium für Wirtschaft und
Energie

Forschungskennzahl 37EV 19 105 0

FB001055

Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an Land

Abschlussbericht

von

Marian Bons, Martin Jakob, Thobias Sach
Guidehouse Germany GmbH, Berlin

Dr. Carsten Pape, Christoph Zink, David Geiger
Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
Energiesystemtechnik (IEE), Kassel


Dr. Nils Wegner, Olivia Boinski, Steffen Benz, Dr. Markus
Kahles
Stiftung Umweltenergierecht, Würzburg


Im Auftrag des Umweltbundesamtes

Impressum

Herausgeber

Umweltbundesamt
Wörlitzer Platz 1
06844 Dessau-Roßlau
Tel: +49 340-2103-0
Fax: +49 340-2103-2285
buergerservice@uba.de
Internet: www.umweltbundesamt.de

 [/umweltbundesamt.de](https://www.facebook.com/umweltbundesamt.de)

 [/umweltbundesamt](https://twitter.com/umweltbundesamt)

Durchführung der Studie:

Guidehouse Germany GmbH
Albrechtstraße 10c
10117 Berlin

Abschlussdatum:

November 2022

Redaktion:

Fachgebiet V 1.3 Erneuerbare Energien
Marie-Luise Plappert

Publikationen als pdf:

<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen>

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, Juni 2023

Die Verantwortung für den Inhalt dieser Veröffentlichung liegt bei den Autorinnen und Autoren.

Kurzbeschreibung

Um den von der Bundesregierung im EEG 2023 anvisierten Zubau der Windenergie an Land auf 115 GW in 2030 und 160 GW bis 2040/2045 zu erreichen, wird eine ausreichend große und nutzbare ausgewiesene Fläche zur Errichtung von Windenergieanlagen benötigt. Der Gesetzgeber hat im Windenergieflächenbedarfsgesetz entsprechende verbindliche Flächenziele für die Bundesländer definiert. Bis 2027 sollen 1,4 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land ausgewiesen werden, bis 2032 ein Anteil von 2,0 %.

Im Rahmen dieser Studie wurde die Flächenkulisse untersucht, ermittelt welchen Einschränkungen die Flächenkulisse unterliegt und der zusätzliche Flächenbedarf abgeleitet.

Die Untersuchung zeigt, dass das langfristige Flächenziel von 2,0 % voraussichtlich ausreichend zur Erreichung der langfristigen Leistungsziele ist. Zur Erreichung des im WindBG verankerten 1,4-%-Flächenziels 2027 muss die verfügbare Flächenkulisse jedoch bereits verdreifacht und zur Erreichung des 2,0-%-Flächenziels 2032 vervierfacht werden. Das noch verfügbare Leistungspotenzial der rechtskräftigen Flächenkulisse sowie perspektivisch das Potenzial der aktuellen Entwürfe reicht dabei jedoch nicht zur Deckung der Ausschreibungsmengen der kommenden Jahre.

Auf Basis dieser Erkenntnisse wurden Handlungsempfehlungen zur Erreichung der Flächen- und Leistungsziele abgeleitet. Einerseits werden konkrete Maßnahmen für eine laufende Prüfung empfohlen, mit dem Ziel sicherzustellen, dass die Flächenziele für die Erreichbarkeit der Leistungsziele ausreichen, um notwendige Anpassungen frühzeitig vornehmen zu können. Andererseits wurden Maßnahmen zur kurzfristigen Erhöhung der Flächenverfügbarkeit und -nutzbarkeit abgeleitet, um die Genehmigungen, Gebotsmengen und den Zubau der Windenergie an Land bereits zeitnah stärker zu erhöhen.

Abstract

In order to achieve the expansion of onshore wind energy to 115 GW in 2030 and 160 GW by 2040/2045 targeted by the Federal Government in the Renewable Energy Sources Act 2023, a sufficiently large and usable area for the construction of wind turbines needs to be designated. The legislator has defined corresponding binding area targets for the federal states in the Wind Energy Area Requirements Act. By 2027, 1.4% of the federal territory is to be designated for onshore wind energy, by 2032 a share of 2.0%.

Within the framework of this study, the designated area was investigated, the restrictions to which the area is subject were determined and the additional area requirements were derived.

The study shows that the long-term area target of 2.0% is likely to be sufficient to achieve the long-term capacity targets. In order to achieve the 1.4% area target laid down in the WindBG in 2027, the available area must already be tripled and in order to achieve the 2.0% area target in 2032, it must be quadrupled. However, the still available capacity potential of the legally binding area and, in perspective, the potential of the current drafts is not sufficient to cover the tender volumes of the coming years.

Based on these findings, recommendations for action to achieve the area and capacity targets were derived. On the one hand, concrete measures are recommended for an ongoing monitoring with the aim to ensure that the area targets are sufficient to achieve the capacity targets, so that necessary adjustments can be made at an early stage. On the other hand, measures were derived to increase the availability and usability of the designated area in the short term, in order to increase the permits, bid quantities and the expansion of onshore wind energy more strongly in the near future.

Inhaltsverzeichnis

1.1	Hintergrund.....	37
1.2	Ziel des Vorhabens.....	37
1.3	Begriffsklärung.....	38
1.4	Struktur des Berichts.....	39
2.1	Zusammenstellung der Datenbasis.....	40
2.1.1	Erfassung der aktuellen Flächenkulisse.....	40
2.1.2	Erfassung der Anlagenstammdaten.....	40
2.2	Auswertung der ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse.....	41
2.2.1	Betrachtung verschiedener Szenariojahre.....	41
2.2.2	Festlegung einer Referenzanlage.....	41
2.2.3	Ermittlung der Einschränkungen der Verfügbarkeit der Flächenkulisse.....	43
2.2.4	Leistungs- und Ertragsermittlung.....	43
2.2.4.1	Analyse der Flächeneffizienz.....	43
2.2.4.2	Leistungsermittlung.....	46
2.2.4.3	Ertragsermittlung.....	49
2.3	Ermittlung der Einschränkungen der Nutzbarkeit der Flächenkulisse.....	49
2.4	Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs.....	51
2.4.1	Zusätzlicher Flächenbedarf bei Annahme vollständig freier Flächen (“Grüne Wiese“)......	51
2.4.2	Zusätzlicher Flächenbedarf unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen.....	51
3.1	Flächenausweisung Regionalplanung.....	53
3.2	Flächenausweisung Bauleitplanung.....	54
3.3	Flächen ohne Konzentrationsplanungen.....	56
3.4	Anlagenstammdaten.....	57
4.1	Mindestabstände zur Wohnbebauung.....	60
4.1.1	Abstandsrelevante Regelungen jenseits der Länderöffnungsklausel des § 249 Abs. 3 BauGB.....	61
4.1.1.1	Abstandsrelevante Regelungen im Bundesrecht.....	61
4.1.1.2	Pauschale Abstände in der Raumordnung.....	62
4.1.2	Vorgaben der Länderöffnungsklausel in § 249 Abs. 3 BauGB und Regelungsspielräume für landesrechtliche Entprivilegierungsregelungen.....	63
4.1.3	Landesrechtliche Entprivilegierungsregelungen auf Grundlage von § 249 Abs. 3 BauGB.....	64
4.1.3.1	Bayern.....	65

4.1.3.2	Nordrhein-Westfalen	66
4.1.3.3	Brandenburg	67
4.1.3.4	Sachsen	68
4.1.3.5	Thüringen.....	69
4.1.3.6	Vergleichende Einordnung der landesrechtlichen Entprivilegierungsregelungen	70
4.1.4	Abstandsregelungen in der aktuellen Reform der Flächenbereitstellung für die Windenergie – Das Wind-an-Land-Gesetz.....	71
4.2	Voraussetzung, dass der Rotor innerhalb der Windfläche liegen muss („Rotor-in“)	73
4.3	Höhenbeschränkungen	75
4.4	Pauschalverbote (Thüringer Waldgesetz).....	77
4.5	Übersicht über die in dieser Studie berücksichtigten Einschränkungen der Verfügbarkeit der Flächenkulisse.....	78
5.1	Nutzbarkeit der bis 2015 ausgewiesenen Windflächen	80
5.2	Nutzbarkeit der zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Windflächen	81
5.3	Nutzbarkeit zukünftig ab 2021 ausgewiesener Windflächen	86
5.4	Zusammenfassung der Ergebnisse und abschließende Einordnung der Nicht-Nutzbarkeit von Windflächen	87
6.1	Die Flächenkulisse 2021	89
6.2	Die Flächenkulisse 2030	93
6.3	Einordnung der Flächenkulisse der Bauleitplanung.....	96
6.3.1	Planstand der rechtskräftigen Flächen der Bauleitplanung.....	97
6.3.2	Siedlungsabstände von Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene	98
6.4	Gegenüberstellung der aktuellen Flächenkulisse mit den Flächenzielen der Bundesländer	100
7.1	Leistungspotenzial auf der verfügbaren Flächenkulisse	103
7.2	Auswirkungen einer längeren Betriebsdauer der Bestandsanlagen.....	109
7.3	Ertragspotenzial auf der verfügbaren Flächenkulisse.....	110
7.4	Auswertung der Leistungs- und Ertragseffizienz	111
7.5	Gegenüberstellung der Leistungs- und Ertragspotenziale der aktuellen Flächenkulisse mit den Zielen des Bundes	112
8.1	Flächenbedarf bei Annahme vollständig freier Flächen	114
8.2	Zusätzlicher Flächenbedarf unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen	115
8.3	Einfluss verschiedener Faktoren auf den Flächenbedarf.....	116
8.3.1	Nutzbarkeit der Flächenkulisse.....	116
8.3.2	Spezifische Flächenleistung der Referenzanlage	116

8.3.3	Verteilungsschlüssel.....	117
8.4	Einordnung des zusätzlichen Flächenbedarfs vor dem Hintergrund des 2%-Flächenziels im WindBG	118
9.1	Schlussfolgerungen	120
9.2	Handlungsempfehlungen.....	123
9.2.1	Handlungsempfehlungen zum Monitoring des Flächen- und Leistungsziels	123
9.2.2	Handlungsempfehlungen zur zeitnahen Erhöhung der Flächenkulisse.....	125

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche.....	19
Abbildung 2:	Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche	19
Abbildung 3:	Auswertung von Nennleistung, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und spezifischer Flächenleistung von Zubau und Genehmigungen zwischen 2012 und 2022 (Q1)	42
Abbildung 4:	Installierbare Leistung in den Vorranggebieten in Schleswig-Holstein („Grüne Wiese“) bei geänderten Abständen zu benachbarten WEA.....	45
Abbildung 5:	Anlagenplatzierung auf der verfügbaren Fläche	47
Abbildung 6:	Ermittlung der freien Fläche für einen Zubau moderner Windenergieanlagen	48
Abbildung 7:	Kartendarstellung der Steuerung auf Regionalplanungsebene	53
Abbildung 8:	Ausweisungsjahr und Planstände der Regionalpläne für die Betrachtung 2021 (links) und 2030 (rechts)	54
Abbildung 9:	Nicht nutzbarer Leistungsanteil der Projekte auf zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen mit Einschränkungen der Nutzbarkeit	82
Abbildung 10:	Anteil der nicht nutzbaren Leistung am gesamten Projektvolumen	83
Abbildung 11:	Häufigkeit der genannten Hemmnisse	84
Abbildung 12:	Relevanz von Hemmnissen von zukünftigen Flächen mit vollständiger bzw. teilweiser Nicht-Nutzbarkeit	87
Abbildung 13:	Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2021 an der jeweiligen Landesfläche.....	90
Abbildung 14:	Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2021 an der jeweiligen Landesfläche	91
Abbildung 15:	Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche.....	94
Abbildung 16:	Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche	95
Abbildung 17:	Ausgewiesene Flächenkulisse der Bauleitplanung 2021 in km ²	98
Abbildung 18:	Mit Siedlungsabständen zur Wohnbebauung überlappender Anteil der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene nach Rotor-in. Pufferung der Wohngebäude im Außenbereich mit 400 m; Pufferung der Wohnbauflächen im Innenbereich variabel	99
Abbildung 19:	Zubaupotenzial auf 2021 freier Fläche in MW	104

Abbildung 20:	Leistungspotenzial der Flächen der Regionalplanung nach Jahr der Flächenausweisung bzw. Entwurfsversion in MW	105
Abbildung 21:	Leistung Bestand und Leistungspotenzial der freien Fläche für 2030 in MW	107
Abbildung 22:	Leistungspotenzial auf 2030 vollständig freier Fläche in MW („Grüne Wiese“)	108
Abbildung 23:	Leistungspotenziale bei einer Verlängerung der Betriebsdauer von 20 auf 25 Jahre	110
Abbildung 24:	Flächenbedarf je Bundesland in km ² bei Annahme vollständig freier Flächen.....	115

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Berücksichtigte Einschränkungen der Verfügbarkeit je Bundesland	15
Tabelle 2:	Gegenüberstellung der Flächenziele nach WindBG mit der verfügbaren Flächenkulisse 2021 und 2030 in % der Landesfläche	20
Tabelle 3:	Parameter der Referenzanlage für 2030	43
Tabelle 4:	Befragungsergebnisse zu den angesetzten Abständen zwischen benachbarten WEA in Abhängigkeit von dem Standort.....	43
Tabelle 5:	Hemmnisse zur Nutzung von Windflächen	50
Tabelle 6:	Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Saarland inner- und außerhalb der Gebietsausweisungen	56
Tabelle 7:	Anzahl und Leistung der Bestandsanlagen einschließlich Genehmigungen	58
Tabelle 8:	Pauschale gesetzliche Mindestabstandsregelungen in den Ländern aufgrund § 249 Abs. 3 BauGB.....	61
Tabelle 9:	Berücksichtigte Einschränkungen der Verfügbarkeit je Bundesland	78
Tabelle 10:	Nicht-Nutzbarkeit rechtskräftiger Regionalpläne mit Ausweisung bis 2015	80
Tabelle 11:	Nicht-Nutzbarkeit rechtskräftiger Bauleitpläne mit Ausweisung bis 2015	81
Tabelle 12:	Ausgewiesene und verfügbare Fläche 2021 und 2030.....	89
Tabelle 13:	Ausgewiesene und verfügbare Flächenkulisse für die Windenergie an Land je Bundesland in 2021	92
Tabelle 14:	Ausgewiesene und verfügbare Flächenkulisse für die Windenergie je Bundesland in 2030	96
Tabelle 15:	Gegenüberstellung der Flächenziele nach WindBG mit der verfügbaren Flächenkulisse 2021 und 2030 in % der Landesfläche	101

Tabelle 16:	Leistung Zubau „Grüne Wiese“ 2021 und 2030	109
Tabelle 17:	Spezifischer Flächenbedarf, Volllaststunden und Ertragseffizienz je Bundesland bei vollständig freier Fläche („Grüne Wiese“) 2030	111
Tabelle 18:	Flächenbedarf für Deutschland bei Annahme vollständig freier Flächen	114
Tabelle 19:	Zusätzlicher Flächenbedarf als Anteil der deutschen Bundesfläche bei Variation der Nicht-Nutzbarkeit	116
Tabelle 20:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Baden-Württemberg	132
Tabelle 21:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Bayern	132
Tabelle 22:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Brandenburg	134
Tabelle 23:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Hessen.....	134
Tabelle 24:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Mecklenburg- Vorpommern	134
Tabelle 25:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Niedersachsen	135
Tabelle 26:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Nordrhein-Westfalen	137
Tabelle 27:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Rheinland-Pfalz ...	137
Tabelle 28:	Stand Datenbeschaffung Windflächen fürs Saarland.....	138
Tabelle 29:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Sachsen	138
Tabelle 30:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Sachsen-Anhalt ...	138
Tabelle 31:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Schleswig-Holstein	139
Tabelle 32:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Thüringen.....	139
Tabelle 33:	Stand Datenbeschaffung Windflächen für Berlin, Bremen und Hamburg.....	139

Abkürzungsverzeichnis

Abkürzung	Erläuterung
(C)VOR	Drehfunkfeuer; Classic Very High Frequency Omnidirectional Radio
AG	Auftraggeber (in diesem Falle das Umweltbundesamt)
BAF	Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung
Basis-DLM	Digitales Basis-Landschaftsmodell
BauGB	Baugesetzbuch
BB	Brandenburg
BbgWEAAbG	Brandenburgisches Windenergieanlagenabstandsgesetz
BE	Berlin
BW	Baden-Württemberg
BY	Bayern
DFS	Deutsche Flugsicherung
DVOR	Doppler-VOR; Doppler Very High Frequency Omnidirectional Radio
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EG	Eignungsgebiet(e)
FA Wind	Fachagentur Windenergie an Land e.V.
Flächenanalyse I	Vorgängervorhaben „Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land“
GIS	Geographisches Informationssystem
HB	Bremen
HE	Hessen
HH	Hamburg
MV	Mecklenburg-Vorpommern
NI	Niedersachsen
NW	Nordrhein-Westfalen
NWR	Nebenwindrichtung
PBN	Performance-Based-Navigation
PDF	Portable Document Format
RD	Rotordurchmesser
RP	Rheinland-Pfalz
RROP	Regionale Raumordnungsprogramme
SH	Schleswig-Holstein
SL	Saarland
SN	Sachsen
ST	Sachsen-Anhalt
TH	Thüringen
UFZ	Umweltforschungszentrum Leipzig

Abkürzung	Erläuterung
VBG	Vorbehaltsgebiet(e)
VRG	Vorranggebiet(e)
WaLG	Wind-an-Land-Gesetz
WEA	Windenergieanlage(n)
WindBG	Windenergieflächenbedarfsgesetz

Zusammenfassung

Die neue Bundesregierung hat im Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) 2023 ambitionierte Ausbauziele für die Windenergie an Land festgelegt, um ihre Klimaziele zu erreichen. Bis zum Jahr 2030 sollen die erneuerbaren Energien 80 % des Strombedarfs decken. Hierfür soll die Windenergie an Land mit 115 GW in 2030 einen maßgeblichen Beitrag leisten. Bis 2035 soll die installierte Leistung der Windenergie an Land auf 157 GW und bis 2040 auf 160 GW weiter steigen.

Um einen derartigen Zubau von Windenergie zu ermöglichen, wird eine ausreichend große und nutzbare ausgewiesene Fläche zur Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) benötigt. Dies hat der Gesetzgeber erkannt und mit der Einführung des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG) verbindliche Ziele zur Ausweisung von Flächen für die Windenergie an Land für die Bundesländer definiert. Bis 2027 sollen 1,4 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land ausgewiesen werden, bis 2032 ein Anteil von 2 %.

Das von Guidehouse und Fraunhofer IEE von 2017 bis 2019 bearbeitete Vorhaben "Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land" (im Weiteren: Flächenanalyse I)¹ hat aufgezeigt, wie groß die ausgewiesene Flächenkulisse und wie hoch das theoretische Leistungspotenzial auf diesen Flächen ungefähr ist. Das Vorhaben hat ebenfalls aufgezeigt, dass eine Reihe an Unsicherheiten bei dieser Potenzialabschätzung bestehen. Die Unsicherheiten stammen u. a. von noch nicht abgeschlossenen Verfahren zur Ausweisung von neuen Flächen, von pauschalen Mindestabstandsregelungen zur Wohnbebauung, Regelungen, ob der Rotor einer Anlage über die ausgewiesene Fläche hinausragen darf, sowie der Frage, inwieweit ausgewiesene Flächen auch tatsächlich nutzbar sind. Die Ergebnisse des Vorhabens Flächenanalyse I zeigten große Zweifel, ob die Ende 2017 rechtskräftigen und darüber hinaus bereits geplanten Flächenausweisungen ausreichen, um die damals noch deutlich geringeren Zielmengen für 2030 zu decken und für genügend Wettbewerb in den Ausschreibungen zu sorgen.

Ziel dieses Vorhabens ist die Beantwortung der Frage, wie viel Fläche benötigt wird, um die Wind-Ausbauziele von 2030 bis 2045 zu erreichen. Hierfür ist eine hinreichend genaue Quantifizierung der tatsächlich verfügbaren Flächen notwendig, die über die des Vorgängervorhabens hinausgeht, um möglichst konkrete Handlungsempfehlungen zur zukünftigen Flächenausweisung und Zielerreichung zu geben. Konkret sollen mit dem Vorhaben folgende Fragen beantwortet werden:

- ▶ Wie viel Fläche ist aktuell ausgewiesen und wie stark sind die Flächen in ihrer Verfügbarkeit und Nutzbarkeit eingeschränkt?
- ▶ Wie viel Fläche muss zur Erreichung der mittel- und langfristigen Ziele für die Windenergie an Land zusätzlich ausgewiesen werden?
- ▶ Wie entwickelt sich die Flächenkulisse in den nächsten Jahren und wie viele Flächen könnten voraussichtlich zeitnah hinzukommen?

Im Folgenden werden die wichtigsten Begrifflichkeiten erläutert, die in der Analyse genutzt werden. Hierbei ist besonders auf die Unterscheidung von ausgewiesener, verfügbarer und nutzbarer Fläche hinzuweisen.

¹ Guidehouse (ehemals Navigant) und Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>

Ausgewiesene Fläche vs. verfügbare Fläche vs. nutzbare Fläche

Die **ausgewiesene Flächenkulisse** gibt den Umfang der Flächenkulisse der Regional- und Bauleitplanung wieder. Der Begriff „ausgewiesene Flächenkulisse“ kann je nach Betrachtungszeitpunkt sowohl aktuell rechtskräftige Flächen als auch aktuelle Entwurfsflächen umfassen.

Die **verfügbare Flächenkulisse** berücksichtigt Einschränkungen der ausgewiesenen Flächenkulisse, die sich aus dem Planungsansatz oder dem jeweiligen Landesrecht ergeben. Sie stellt die theoretisch bebaubare Fläche dar. Dies beinhaltet pauschale Mindestabstandsregelungen zur Wohnbebauung, die Vorgabe, dass der Rotor innerhalb der Windfläche liegen muss („Rotor-in“), Höhenbeschränkungen und Pauschalverbote.

Die **nutzbare Flächenkulisse** berücksichtigt weiterhin, dass der Nutzung eines Teils der verfügbaren Fläche Hemmnisse gegenüberstehen, die bei der Flächenausweisung nicht bekannt sind oder nicht abschließend berücksichtigt werden können. Hierzu gehören wirtschaftliche, privatrechtliche (z. B. fehlender Flächenzugriff) und genehmigungsrechtliche Hemmnisse (z. B. artenschutzrechtliche Konflikte).

„Grüne Wiese“ vs. freie Fläche

Der Ansatz „**Grüne Wiese**“ beschreibt eine Flächenkulisse mit vollständig un bebauter Windfläche, berücksichtigt dementsprechend keine Bestandsanlagen. Der Ansatz zeigt somit das langfristige Zubaupotenzial auf der Flächenkulisse auf Basis einer Referenzanlage.

Unter dem Begriff **freie Fläche** werden alle im Rahmen der Analysen untersuchten und in dem Betrachtungsjahr nicht durch Bestandsanlagen in der Bebaubarkeit eingeschränkten Windflächen oder Teile von Windflächen zusammengefasst. Da die untersuchte Flächenkulisse auch nicht rechtskräftige Flächen im Entwurfsstadium umfasst, ist die **freie Fläche** nicht mit der **verfügbaren Fläche** gleichzusetzen – tatsächlich verfügbar sind die Flächen erst nach der rechtskräftigen Ausweisung. Darüber hinaus nicht berücksichtigt werden ungültige Pläne, wie zum Beispiel die gekippten Pläne in Brandenburg.

Rotor-in vs. Rotor-out

Beim Ansatz **Rotor-in** muss die WEA inklusive ihres Rotors vollständig innerhalb der ausgewiesenen Fläche stehen. Dieser Ansatz wird bisher in der Mehrzahl der Bundesländer bzw. Planungsregionen sowie grundsätzlich auf Ebene der Bauleitplanung praktiziert.

Beim Ansatz **Rotor-out** darf der Rotor der WEA über die ausgewiesene Fläche hinausragen. Lediglich der Turmfuß muss innerhalb der Windfläche platziert werden.

Methodisches Vorgehen, Datenbasis, Datenbeschaffung und Aufbereitung

Die Auswertung der ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse erfolgt für zwei verschiedene Szenariojahre:

- ▶ 2021 als „Ist-Szenario“: In dieser Betrachtung werden ausschließlich Windflächen rechtskräftiger Pläne betrachtet. Für die Betrachtung der freien Fläche werden alle erfassten Bestandsanlagen sowie alle genehmigten WEA berücksichtigt.
- ▶ 2030 als „Zukunftsszenario“: In dieser Betrachtung werden alle Entwurfsflächen berücksichtigt sowie die rechtskräftigen Pläne in den Regionen ohne aktuellen Entwurf. Für

die Betrachtung der freien Fläche werden nur die Bestandsanlagen mit einer Betriebsdauer bis zu 20 Jahren in 2030 (d. h. Inbetriebnahme 2010 oder später) sowie alle genehmigten WEA berücksichtigt.

Darüber hinaus gibt es den Ansatz "Grüne Wiese", welcher von einer vollständig un bebauten Fläche ausgeht und daher am ehesten mit einem 2040/2045 Szenario zu vergleichen ist, wenn alle aktuellen Anlagen ersetzt sein werden.

Für die Windenergie verfügbar ist die Fläche nur dann, wenn sie im Weiteren nicht durch Hindernisse eingeschränkt ist. Grundsätzlich gilt die Annahme einer Betriebsdauer von 20 Jahren.

In der Regel unterliegt die ausgewiesene Fläche einer Reihe von Einschränkungen. Erst wenn diese berücksichtigt werden, erhält man die verfügbare Flächenkulisse. Methodisch lassen sich solche Einschränkungen in einem Geographischen Informationssystem (GIS) darstellen und führen oftmals zu einer substanziell kleineren Flächenkulisse. Tabelle 1 gibt einen Überblick, über die berücksichtigten Einschränkungen je Bundesland.

Tabelle 1: Berücksichtigte Einschränkungen der Verfügbarkeit je Bundesland

Bundesland	Siedlungsabstände	Rotor-In Regionalplanung (Bauleitplanung fast immer)	Höhenbeschränkungen	Pauschale Verbote
BB	Ja, gilt nur für Entwurf (Prignitz-Oberhavel)	Ja	Ja, in Entwurf Prignitz- Oberhavel, Ausschluss der Flächen	-
BE	-	-	-	-
BW	-	Ja, in ca. der Hälfte der Regionen	-	-
BY	Ja, auch für Bestandspläne*	Nein	-	-
HB	-	BLP teilw. Rotor-out	-	-
HE	-	Nein	-	-
HH	-	BLP Rotor-out	-	-
MV	-	Nein	-	-
NI	-	Ja, in den meisten Regionen	BLP: Ja, bis 150 m Gesamtbauhöhe ausgeschlossen	-
NW	<i>Ja, aber nicht berücksichtigt, Auswirkung minimal, da nur für Entwürfe auf BLP- Ebene</i>	Ja	-	-
RP	Ja, 900 m nach zukünftiger Regelung berücksichtigt	Ja	BLP: Ja, bis 150 m Gesamtbauhöhe ausgeschlossen	-

Bundesland	Siedlungsabstände	Rotor-In Regionalplanung (Bauleitplanung fast immer)	Höhenbeschränkungen	Pauschale Verbote
SH	-	Ja	Ja, 5H/3H, nicht berücksichtigt	-
SL	-	Ja	-	-
SN	Ja, nur für Entwurfspläne (Oberlausitz-Niederschlesien)	In 3 von 4 Regionen	Ja, in Leipzig-West Sachsen, Ausschluss der Flächen	-
ST	-	Nur in 1 von 5 Regionen	-	-
TH	Ja, aber nicht berücksichtigt, da die Einführung erst nach Abschluss der quantitativen Analysen erfolgte	Ja	-	Thüringer Waldgesetz*

* Auswirkungen des Wegfalls dieser Regelungen werden separat in der Untersuchung ausgewiesen

Als Basis für die Analysen wurde eine vollständige Datenbasis der Flächenausweisung auf Ebene der Regionalplanung zusammengestellt. Flächen der Bauleitplanung wurden ebenfalls in den Bundesländern mit Regionen ohne abschließende Regionalplanung angefragt. Dies sind Baden-Württemberg, Bayern, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und das Saarland sowie die Stadtstaaten Bremen und Hamburg. Da hier häufig keine zentralen Register vorliegen und im Allgemeinen die Datenqualität gegenüber Datensätzen der Regionalplanung schlechter ist, besteht kein Anspruch auf Vollständigkeit. Dennoch konnte, auch mit Rückgriff auf die Meldungen der Länder im Rahmen des EEG-Kooperationsausschusses, im Vergleich zum Flächenanalyse I-Vorhaben ein deutlich verbesserter Datenstand der Flächen der Bauleitplanung zusammengestellt werden, welcher die aktuell bestverfügbare zentrale Datenbasis darstellt. Werden Flächen sowohl von Plänen auf Ebene der Regionalplanung als auch Plänen auf Ebene der Bauleitplanung erfasst, werden diese Flächen in dieser Studie nicht doppelt angerechnet, sondern einzig der Ebene der Regionalplanung zugeordnet. Die Flächen, die der Bauleitplanung zugeordnet werden, stellen somit die über die Flächen der Regionalplanung hinausgehenden Flächen der Bauleitplanung dar.

Für die Ermittlung der auf den Flächen platzierbaren Anlagenleistung müssen zunächst Festlegungen für Referenzwindenergieanlagen für 2030 getroffen werden. Hierbei wird zwischen einer Starkwindenergieanlage mit 300 W/m^2 spezifischer Flächenleistung² (6,41 MW, 165 m Rotordurchmesser) und einer Schwachwindanlage mit 260 W/m^2 spezifischer Flächenleistung (5,56 MW, 165 m Rotordurchmesser) unterschieden.

Die Ermittlung der unter den getroffenen Annahmen auf den Flächen installierbaren Leistung erfolgt mithilfe der am Fraunhofer IEE entwickelten Anlagenplatzierung. Diese ermittelt die maximal auf den Flächen installierbare Anzahl an WEA, die bei Einhaltung elliptischer Mindestabstände zu benachbarten WEA auf den verfügbaren Flächen platziert werden können. Eventuelle Restriktionen der Nutzbarkeit wie Siedlungsabstände, Höhenbeschränkungen etc.

² Die spezifische Flächenleistung beschreibt die je Quadratmeter Rotorkreisfläche verbaute Generatorleistung in Watt pro Quadratmeter.

werden vor der Anlagenplatzierung vektorbasiert im GIS abgebildet, sodass als Eingangsdaten für die Anlagenplatzierung die verfügbaren Windflächen dienen. Es wird ein Mindestabstand von fünf Rotordurchmessern in Haupt- und drei Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung (NWR) zu benachbarten Windenergieanlagen angesetzt (5 RD x 3 RD). Dies stellt einen in der Planung üblichen Richtwert dar.

Die auf den Flächen installierbare Leistung errechnet sich aus der Multiplikation der platzierbaren WEA mit der Nennleistung der WEA. Dabei unterscheidet sich die Leistung der Stark- und Schwachwind-WEA, wobei die Entscheidung, welcher Anlagentyp am jeweiligen Standort angenommen wird, von der mittleren Windgeschwindigkeit in 150 m Höhe nach dem Global Wind Atlas³ abhängt.

Neben den Analysen für vollständig unbebaute Windflächen („Grüne Wiese“), erfolgt eine Auswertung der freien Fläche durch Berücksichtigung von Bestandsanlagen. Dies ermöglicht eine Abschätzung der tatsächlichen Verfügbarkeit von Flächen für den Ausbau der Windenergie. Aus der Verschneidung der Abstandsellipsen der Bestandsanlagen mit den (verfügbaren) Windflächen ergeben sich die freien, für eine Bebauung noch zur Verfügung stehenden Flächen. Für die Ermittlung der aktuell verfügbaren Flächen werden sowohl die Bestandsanlagen als auch die genehmigten WEA bei den Analysen einbezogen. Für Betrachtungen für das Jahr 2030 wird hingegen unter der Annahme einer Nutzungsdauer von 20 Jahren zunächst ausgewertet, welche der aktuellen Bestandsanlagen im Betrachtungsjahr 2030 noch in Betrieb sind. Zudem werden die genehmigten Anlagen berücksichtigt.

Zur Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs wurden Zielszenarien für verschiedene Jahre, von 2030 bis 2045 festgelegt, welche sich an den aktuellen Zielen des EEG 2023 orientieren. So sollen bis 2030 115 GW, bis 2035 157 GW und bis 2040 160 GW installiert werden sowie auch nach 2040 auf dem Niveau von 160 GW erhalten bleiben.

Um für die Zielszenarien den notwendigen Flächenbedarf zu ermitteln, wurde die durchschnittliche Ertragseffizienz auf vollständig freier Fläche für die Länder ermittelt. Die Ertragseffizienz wird demnach beeinflusst durch die installierbare Leistung in Abhängigkeit der Flächengröße und -form sowie den auf der Flächenkulisse 2030 erzielbaren Volllaststunden in Abhängigkeit der Windbedingungen. Die Ertragseffizienz wird je Bundesland ermittelt und im Basisfall eine Gleichverteilung der Zielmengen auf die Bundesländer untersucht, d. h. jedes Bundesland trägt denselben Anteil an der Landesfläche bei.

Die Analyse des Flächenbedarfs erfolgt als Rotor-out-Ziel, d. h. der Rotor darf über die Flächen hinausragen (andernfalls läge der Flächenbedarf erheblich höher). Weiterhin wird bei der Ermittlung des Flächenbedarfs berücksichtigt, dass voraussichtlich 30 % der Flächenkulisse nicht nutzbar ist.

Nutzbarkeit von ausgewiesenen Flächen

Die verfügbare Flächenkulisse unterliegt weiteren Einschränkungen, z. B. durch den Natur- und Artenschutz oder Drehfunkfeuer, die nur eine Teilnutzung der Fläche ermöglichen. Diese Einschränkungen sind je Projekt sehr individuell und lassen sich nicht pauschal z. B. über Datensätze berücksichtigen oder quantifizieren, da zum Beispiel nur unzureichende Daten auf Bundesebene zu Brutplätzen spezifischer Vogelarten vorliegen, oder wie im Falle von Drehfunkfeuern jede WEA einzeln geprüft werden muss.

³ Global Wind Atlas 3.0, a free, web-based application developed, owned and operated by the Technical University of Denmark (DTU). The Global Wind Atlas 3.0 is released in partnership with the World Bank Group, utilizing data provided by Vortex, using funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalwindatlas.info>

Ergebnisse einer Umfrage unter Projektierern zeigen eine durchschnittliche Nicht-Nutzbarkeit der Flächenausweisungen für die Windenergie an Land von 30 %. Die durchschnittliche Nicht-Nutzbarkeit der zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen der Regional- und Bauleitplanung betrug 31 %, basierend auf fast 10 GW erfasstem Projektvolumen. Die Schätzungen der Projektierer für die Nicht-Nutzbarkeit zukünftiger Flächenausweisungen liegen durchschnittlich ebenfalls bei ca. 30 %, weisen jedoch eine hohe Streuung auf.

Eine GIS-Analyse der aktuell rechtskräftigen Regionalpläne mit Ausweisungsjahr bis 2015 zeigt geringere Werte. Die Nicht-Nutzbarkeit liegt hier bei 19 %. Unsicherheiten bestehen hierbei jedoch bzgl. einer zukünftigen, erneuten Nutzung der bereits bebauten Flächen mit WEA der aktuellen Anlagengeneration (Repoweringpotenzial). Eine GIS-Analyse der aktuell rechtskräftigen Flächennutzungspläne der Bauleitplanung mit Ausweisungsjahr bis 2015⁴ zeigt hingegen deutlich stärkere Einschränkungen der Nutzbarkeit. Hier liegt der durchschnittliche Wert bei 37 %.

Insgesamt erscheint somit ein Wert von durchschnittlich ca. 30 % Nicht-Nutzbarkeit die Einschränkungen in der Praxis gut abzubilden. Inwieweit dieser Wert in der Zukunft durch Maßnahmen reduziert werden kann ist unsicher. Zwar führen Maßnahmen zum Abbau von Hemmnissen grundsätzlich zur Erhöhung der Nutzbarkeit (z. B. geringere Prüfradien um Drehfunkfeuer und Wetterradare), jedoch muss bei umfassenden zukünftigen Flächenausweisungen in der Zukunft stärker auf Gebiete mit hohem Konfliktpotenzial zurückgegriffen werden, die eine geringe Nutzbarkeit aufweisen können.

Daher wird in der weiteren Analyse, d. h. insbesondere bei der Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs weiterhin eine Nicht-Nutzbarkeit von 30 % angesetzt.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen zur aktuellen Flächenkulisse vor dem Hintergrund der Flächenziele im WindBG

2021 beträgt die ausgewiesene rechtskräftige Flächenkulisse 0,79 % der Bundesfläche (2.830 km²). Hiervon entfallen 1.900 km² auf Flächen der Regionalplanung und 920 km² auf darüberhinausgehende Flächen der Bauleitplanung.

Die quantitative Analyse der Einschränkungen der Verfügbarkeit zeigt, dass 40 % der ausgewiesenen, rechtskräftigen Flächenkulisse in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt ist. Insbesondere der Planungsansatz, ob der Rotor innerhalb der Fläche liegen muss oder darüber hinausragen darf, ist entscheidend für die Verfügbarkeit der Fläche. Die verfügbare, rechtskräftige Fläche beträgt demnach 1.690 km². Dies entspricht 0,47 % der Bundesfläche.

Im Szenariojahr 2030 beträgt die ausgewiesene Flächenkulisse 0,97 % der Bundesfläche (3.480 km²). Dies schließt heutige Entwurfsflächen ein. Hiervon entfallen 1.810 km² bzw. 52 % auf rechtskräftige Flächen der Regionalplanung, 670 km² bzw. 19 % auf Entwurfsflächen der Regionalplanung und die restlichen 1.000 km² bzw. 29 % auf die darüberhinausgehenden Flächen der Bauleitplanung. Abbildung 1 zeigt die ausgewiesene Flächenkulisse 2030 je Bundesland als Anteil an der jeweiligen Landesfläche.

Abbildung 2 zeigt die verbleibende verfügbare Flächenkulisse 2030 je Bundesland als Anteil an der jeweiligen Landesfläche. Nach Berücksichtigung der Einschränkungen der Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse verbleiben insgesamt 2.180 km² verfügbare Flächenkulisse bzw. 0,61 % der Bundesfläche.

⁴ Umfasst 28 % (300 km²) der erfassten rechtskräftigen Flächenkulisse der Bauleitplanung.

Abbildung 1: Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche

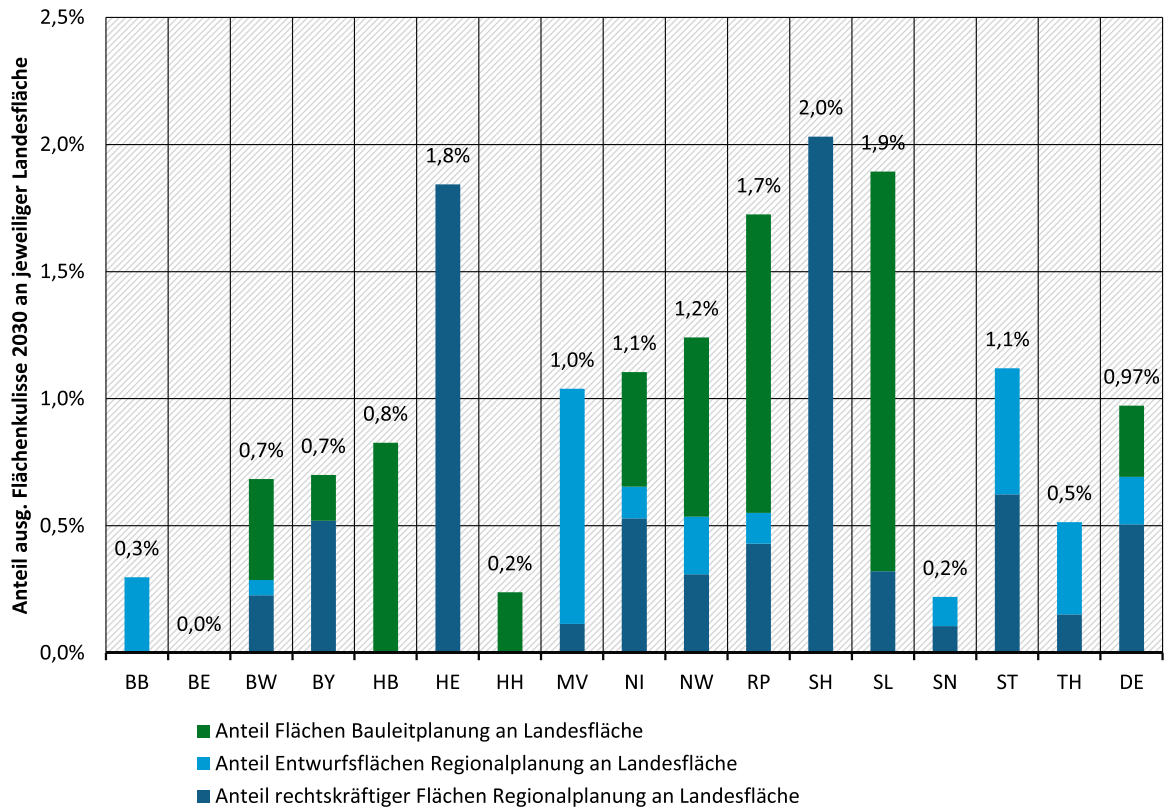
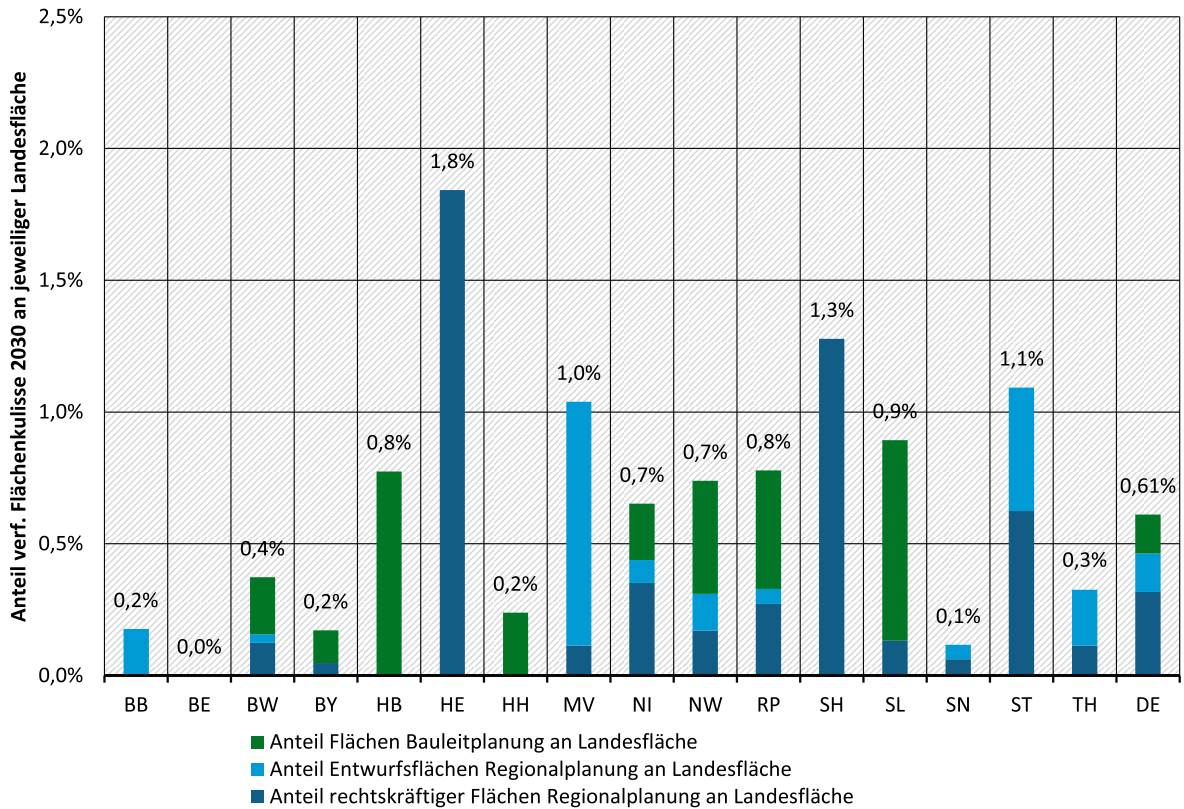


Abbildung 2: Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche



Quelle: Eigene Darstellungen Guidehouse.

Aufgrund der hier berücksichtigten bisherigen Einschränkungen der 10 H-Regelung in Bayern verbleibt dort nur weniger als ein Viertel der ausgewiesenen Flächenkulisse der Regional- und Bauleitplanung als verfügbare Fläche. Ab Juni 2023 ist die 10 H-Regelung in Bayern jedoch nicht mehr auf ausgewiesene Windflächen anzuwenden. Konkret werden durch diese Anpassung der 10 H-Regelung ca. 320 km² Flächen der Regionalplanung in Bayern nicht mehr blockiert. Die verfügbare, rechtskräftige Flächenkulisse (2021) steigt hierdurch von 1.690 km² (0,47 % der Bundesfläche) auf ca. 2.000 km² (0,56 %). Die verfügbare Flächenkulisse inkl. der Entwurfsflächen (2030) steigt hierdurch von 2.180 km² (0,61 % der Bundesfläche) auf ca. 2.500 km² (0,70 %).

Die Bundesregierung hat im WindBG ein Flächenziel für die Windenergie an Land für 2032 von 2,0 % der Bundesfläche festgelegt. Dies entspricht ca. 7.160 km². Bis 2027 soll bereits 1,4 % der Bundesfläche (5.010 km²) für die Windenergie an Land verfügbar sein.

Die nachfolgende Tabelle stellt je Bundesland die verfügbare Flächenkulisse den Zielen des WindBG für 2027 und 2032 gegenüber. Der Ansatz der Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse ist nicht identisch mit der Ermittlung der auf die im WindBG festgelegten Flächenziele, stimmt jedoch in weiten Teilen überein, insbesondere bei der Umrechnung der Rotor-in-Flächen, insoweit der in der Analyse zu Grunde gelegte Ansatz auch zukünftig bestehen bleibt. Daher bietet eine Gegenüberstellung der verfügbaren Flächenkulisse mit den Flächenzielen ein klares Indiz für den weiteren Bedarf an Flächenausweisungen.

Tabelle 2: Gegenüberstellung der Flächenziele nach WindBG mit der verfügbaren Flächenkulisse 2021 und 2030 in % der Landesfläche

Bundesländer	Ziel 2027	Ziel 2032	Verfügbare Fläche 2021	Verfügbare Fläche 2030
Baden-Württemberg	1,10	1,80	0,27	0,37
Bayern	1,10	1,80	0,16 (ab Juni 2023: 0,61)*	0,17 (ab Juni 2023: 0,63)*
Berlin	0,25	0,50	0,00	0,00
Brandenburg	1,80	2,20	0,00	0,18
Bremen	0,25	0,50	0,77	0,77
Hamburg	0,25	0,50	0,24	0,24
Hessen	1,80	2,20	1,84	1,84
Mecklenburg-Vorpommern	1,40	2,10	0,24	1,04
Niedersachsen	1,70	2,20	0,54	0,65
Nordrhein-Westfalen	1,10	1,80	0,59	0,74
Rheinland-Pfalz	1,40	2,20	0,65	0,78
Saarland	1,10	1,80	0,85	0,89
Sachsen	1,30	2,00	0,12	0,12
Sachsen-Anhalt	1,80	2,20	0,83	1,09

Bundesländer	Ziel 2027	Ziel 2032	Verfügbare Fläche 2021	Verfügbare Fläche 2030
Schleswig-Holstein	1,30	2,00	1,28	1,28
Thüringen	1,80	2,20	0,22	0,33
Deutschland	1,40	2,00	0,47 (ab Juni 2023: 0,56)*	0,61 (ab Juni 2023: 0,70)*

* ab Juni 2023 gilt die 10 H-Regelung in Bayern nicht mehr für ausgewiesene Windflächen

Insgesamt lässt sich festhalten, dass derzeit nur 0,47 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land rechtskräftig ausgewiesen und verfügbar sind (s. Spalte „Verfügbare Fläche 2021“). Zur Erreichung des im WindBG verankerten 1,4 %-Flächenziels 2027 muss die verfügbare Flächenkulisse demnach verdreifacht, zur Erreichung des 2,0 %-Flächenziels 2032 vervierfacht werden. Die aktuellen Entwürfe in ihrer jetzigen Form erhöhen die verfügbare Flächenkulisse lediglich auf 0,61 % (s. Spalte „Verfügbare Fläche 2030“).

Die Ziellücke zwischen der verfügbaren, rechtskräftigen Flächenkulisse in Höhe von 1.690 km² und dem Flächenziel 2027 in Höhe von 5.010 km² beträgt 3.320 km². Die Betrachtung der aktuellen Entwurfsflächen zeigt, dass die verfügbare Fläche mit den jetzigen Planungen auf 2.180 km² ansteigen kann. Die Entwürfe können in der jetzigen Form somit zu einem Anstieg der verfügbaren Flächenkulisse von knapp 500 km² beitragen. Die aktuellen Entwurfsflächen können damit in ihrer jetzigen Form nur knapp 15 % der Ziellücke bis 2027 schließen.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen zum Leistungs- und Ertragspotenzial

Die im WindBG festgelegten Flächenziele sollen die Grundlage bilden für das Erreichen der angepassten Leistungsziele für 2030 und 2035, die der Bund im EEG 2023 deutlich angehoben hat. Demnach soll die installierte Leistung der Windenergie an Land bis 2030 115 GW, bis 2035 157 GW und bis 2040 sowie darüber hinaus 160 GW betragen.

Zur Erreichung der Leistungsziele muss rechtzeitig, d. h. zeitnah, der Ausbau deutlich erhöht werden. Dementsprechend wurden im EEG 2023 ebenfalls die zukünftigen Ausschreibungsmengen angepasst. Grundsätzlich steigt das Ausschreibungsvolumen auf 10 GW pro Jahr. In 2023 sind 12,84 GW vorgesehen. Berücksichtigt man die durchschnittlichen Realisierungszeiträume von ca. zwei Jahren, sind die Ausschreibungsmengen bis 2028 entscheidend für den Zubau bis 2030. In Summe beträgt das Ausschreibungsvolumen von 2023 bis 2028 über 60 GW.

Die vorliegenden Analysen zeigen jedoch, dass die rechtskräftige Flächenkulisse inkl. der aktuellen Entwürfe und unter Berücksichtigung des Repoweringpotenzials bis 2030 (d. h. unter Berücksichtigung freiwerdender Flächen bei 20 Jahren Betriebsdauer der Bestandsanlagen) zusammengerechnet nicht mehr als schätzungsweise 30 GW Potenzial bietet.

Zwar beträgt alleine die installierbare Leistung auf aktuell freier, rechtskräftiger Flächenkulisse 21 GW, allerdings lassen die Analysen rückschließen, dass diese freie Fläche nur zu sehr geringen Anteilen aktuell noch nutzbar ist. Der Großteil der aktuell noch freien Fläche stellt voraussichtlich den nicht nutzbaren Anteil der rechtskräftigen Flächenkulisse dar. Die aktuellen Genehmigungszahlen bestätigen diese Einschätzung.⁵ Das realisierbare Leistungspotenzial wird

⁵ Die im ersten Halbjahr 2022 genehmigte Leistung betrug 1,7 GW. Die 2021 genehmigte Leistung betrug knapp über 4 GW. Vgl. FA Wind „Jährlich genehmigte Windenergieleistung/-anlagen“ <https://www.fachagentur-windenergie.de/veroeffentlichungen/ausbauentwicklung/genehmigungen/>

somit auf wenige GW eingeschätzt. Hinzu kommt ab Juni 2023 ein Leistungspotenzial von ca. 7 GW auf den bisher durch die 10 H-Regelung blockierten, jedoch aktuell noch freien Flächen der Regionalplanung.

Die Untersuchung zeigt weiterhin, dass auf den rechtskräftigen Flächen bei einer Betriebsdauer von 20 Jahren bis 2030 lediglich ein Repoweringpotenzial von knapp 6 GW besteht. Das Leistungspotenzial auf den bis 2030 freien Entwurfsflächen beträgt 11 GW, sollten diese in der jetzigen Form in den nächsten Jahren rechtskräftig werden.

Das noch verfügbare Leistungspotenzial der rechtskräftigen Flächenkulisse sowie perspektivisch das Potenzial der aktuellen Entwürfe reicht somit nicht zur Deckung der Ausschreibungsmengen der kommenden Jahre. Demnach ist ein deutlich zu geringer Zubau der Windenergie an Land in den nächsten Jahren zu erwarten.

Ergebnisse und Schlussfolgerungen zum zusätzlichen Flächenbedarf bis 2030

Die Analyse des zukünftigen Flächenbedarfs zur Erreichung der klimapolitischen Ziele für die Windenergie an Land zeigt, dass zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von 160 GW ein Flächenbedarf von 1,8 % der Bundesfläche besteht, dieses Ergebnis jedoch Unsicherheiten unterliegt. Vorherige Berechnungen im Verlauf des Vorhabens haben einen leicht höheren Flächenbedarf von knapp 2,0 % der Bundesfläche aufgezeigt. Ausschlaggebend hierfür sind insbesondere geänderte Annahmen zur weiteren Entwicklung der Nennleistung von Windenergieanlagen.

Ein entscheidender technologischer Faktor ist die Nennleistung der WEA, steigt diese bei gleichbleibendem Rotordurchmesser an, sinkt der Flächenbedarf je Leistung und somit steigt die spezifische Flächenleistung an. Gegenläufig ist jedoch, dass seit den Zwischenergebnissen im Herbst 2021 Einschränkungen, konkret umfangreichere Rotor-in-Annahmen, Siedlungsabstände und Höhenbeschränkungen, der Flächenkulisse bekannt bzw. eingeführt wurden. Diese reduzieren die durchschnittliche Flächengröße der verfügbaren Flächenkulisse. Bei sinkender Flächengröße steigt die Leistungseffizienz. Somit senkt dies den Flächenbedarf unter der Annahme, dass zukünftige Ausweisungen je Bundesland den bisherigen Mustern von Flächengröße und -form entsprechen.

Hierbei anzumerken ist jedoch, dass sich eine Erhöhung der spezifischen Flächenleistung deutlich stärker auf die installierbare Leistung auswirkt als auf die auf der Fläche zu erzielenden Erträge. Eine Anhebung der Nennleistung bei gleichbleibendem Rotordurchmesser führt nur in Zeiten hoher Windgeschwindigkeiten zu einer Erhöhung der Einspeisung. Die Volllaststunden der Anlage sind somit geringer. Wird der Ausbau der Windenergie an Land nach einem Leistungsziel gesteuert, sinkt in der Konsequenz der damit zu erzielende Energieertrag und damit der Beitrag der Windenergie an Land zu den Klimazielen. Liegen die Volllaststunden bzw. Energieerträge der zugebauten Windenergieanlagen unterhalb der Annahmen bzw. Zielwerte, muss das Leistungsziel und damit verbunden das Flächenziel nach oben korrigiert werden.

Die größte Unsicherheit liegt jedoch in der Nutzbarkeit der zukünftigen Flächenkulisse. Bei einer reduzierten Nicht-Nutzbarkeit von 20 % könnten bei Beibehaltung aller anderen Einflussfaktoren bereits nur 1,5 % der Bundesfläche zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von 160 GW reichen. Liegt die Nicht-Nutzbarkeit jedoch mit 40 % höher als angenommen, reichen die 1,5 % gerade zur Deckung des Leistungsziels von 115 GW in 2030.

Darüber hinaus benötigt das Ausschreibungssystem zur Förderung erneuerbarer Energien ein gewisses Wettbewerbsniveau, um effektiv zu sein. Das Flächenziel muss demnach ein Angebotsvolumen ermöglichen, welches das Ausschreibungsvolumen übersteigt.

Somit ist es positiv zu bewerten, wenn das Flächenziel den hier ermittelten Flächenbedarf leicht übersteigt.

Handlungsempfehlungen

Mit Blick auf die Schlussfolgerungen der Studie bestehen zwei große Bereiche, die weiterer Maßnahmen bedürfen. Erstens muss laufend geprüft werden, dass die im WindBG vorgegebenen Flächenziele für die Bundesländer ausreichen, um die im EEG festgelegten Leistungsziele erreichen zu können, um notwendige Anpassungen frühzeitig vornehmen zu können. Und zweitens zeigt sich, dass mit der jetzigen Flächenkulisse und den aktuellen Ausweisungsprozessen die Genehmigungen, Gebotsmengen und der Zubau deutlich unter den Erwartungen der EEG-Ausschreibungen zurückbleiben werden. Daher bedarf es Maßnahmen, die bereits kurzfristig, d. h. deutlich vor 2027, die Flächenverfügbarkeit und-nutzbarkeit erhöhen.

Handlungsempfehlungen zum Monitoring des Flächen- und Leistungsziels:

Die Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs zeigt, dass die im WindBG verankerten Flächenziele von 1,4 % bis Ende 2027 und 2,0 % bis Ende 2032 voraussichtlich ausreichen, um die angestrebten Leistungswerte für die Windenergie an Land erreichen zu können. Neben dem Monitoring der Flächenausweisungen und der entsprechenden Vorgaben zur Anrechenbarkeit dieser Flächen auf das Flächenziel, muss jedoch regelmäßig geprüft werden, inwieweit die tatsächliche Entwicklung der Windenergie an Land (u. a. Nutzbarkeit der Flächen, Flächeneffizienz von Zubau und Bestand) von den Annahmen bei der Festlegung des Flächenziels abweicht. Weiterhin ist zu prüfen welche Leistung nicht oder nicht vollständig von dem Flächenziel erfasst wird.

Konkret leiten sich folgende Handlungsempfehlungen ab:

1. Der Bund sollte zur regelmäßigen Überprüfung des notwendigen Flächenbedarfs die Entwicklungen der wesentlichen Einflussgrößen dezidiert untersuchen. Hierzu zählt insbesondere Nutzbarkeit der Flächenkulisse, die Flächeneffizienz bzw. die Technologieentwicklung sowie die Entwicklung des Anlagenbestands.
2. Die Länder sollten in Zusammenarbeit mit den Gemeinden die Datenverfügbarkeit auf Ebene der Bauleitplanung verbessern und hierbei Informationen zum Planstand bzw. Ausweisungsjahr leichter zugänglich machen.

Handlungsempfehlungen zur zeitnahen Erhöhung der Flächenkulisse:

Mit der Festlegung der Flächenziele hat der Gesetzgeber einen wichtigen Aspekt für die Planungssicherheit für den weiteren Ausbau der Windenergie an Land geregelt. Das 1,4-%-Zwischenziel greift jedoch erst Ende 2027. Aufgrund der in der Regel mehrjährigen Verfahren zur Ausweisung weiterer Windflächen ist es wahrscheinlich, dass ein Großteil der Flächenausweisungen jedoch voraussichtlich erst in den Jahren 2026/2027 abgeschlossen werden wird. Daher sollten Maßnahmen zur zeitnahen Erhöhung der Flächenkulisse umgesetzt werden.

Zudem ist die Bundesregierung gem. § 6 Abs. 3 WindBG bereits zum 1. Juli 2025 verpflichtet, erstmals einen Entwurf mit Anpassungsvorschlägen für das WindBG vorzulegen, wenn sie auf Grundlage des Monitorings im Kooperationsausschuss zur Einschätzung gelangt, dass es weiterer gesetzgeberischer Maßnahmen bedarf, um die Erreichung der Flächenbeitragswerte oder die Anpassung der Flächenbeitragswerte an die jeweils gültigen Ausbauziele nach EEG zu erreichen.

Konkret leiten sich folgende Handlungsempfehlungen ab:

1. Der Bund, die Länder und die Gemeinden sollten kurzfristige Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit der freien, ausgewiesenen Flächenkulisse prüfen und weiter umsetzen, z. B. durch Aufhebung von Bauverbots, Höhenbegrenzungen und Abschaffung von pauschalen Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung.
2. Der Bund und die Länder sollten zur Erhöhung der Nutzbarkeit der freien, verfügbaren Flächenkulisse kurzfristige Maßnahmen zum Abbau genehmigungsrechtlicher Hindernisse und zur Erhöhung des Genehmigungsstemplos prüfen und weiter umsetzen. Hierzu zählen u. a. folgende konkrete Maßnahmen:
 - a. Umsetzung und rechtliche Verankerung der angekündigten Verbesserungsmaßnahmen bei Funknavigationsanlagen und Wetterradaren.
 - b. Weitere Konkretisierung und Standardisierung der Prüfanforderungen im Artenschutzrecht auf Bundesebene.
 - c. Standardisierung der Prüfanforderungen und Schaffung klarer Priorisierungsregelungen im Denkmalschutzrecht.
 - d. Transparente Kommunikation der zu erwartenden weiteren Flächenknappheit in den nächsten Jahren als Signal an die Branche (Hersteller, Projektierer, Genehmigungsbehörden, Dienstleister) rechtzeitig Ressourcen für einen stark steigenden Zubau Ende dieses Jahrzehnts aufzubauen.
3. Die Länder sollten auf zeitnahe Flächenausweisungen durch die Planungsregionen und Gemeinden hinwirken und den Zeitrahmen zur Erreichung der Zwischenziele bis Ende 2027 nicht ausreizen.
4. Der Bund sollte weitere Maßnahmen zur deutlichen Beschleunigung der Verfahren zur Ausweisung von Flächen für die Windenergie an Land und Maßnahmen für die kurzfristige Flächenbereitstellung prüfen und umsetzen sowie sonstige planungsrechtliche Hemmnisse beseitigen. Hierzu zählen u. a. folgende konkrete Maßnahmen:
 - a. Digitalisierung von Stellungnahmen und ihrer Bearbeitung.
 - b. Konkretisierung und Begrenzung der notwendigen Abwägungs- und Untersuchungstiefe gerade mit Blick auf den Belang des Artenschutzes.
 - c. Rechtsfolge nach § 249 Abs. 7 BauGB, die nach dem Wind-an-Land-Gesetz erst an die Zielverfehlung bei Fristablauf Ende 2027 bzw. Ende 2032 geknüpft ist, auch bereits an die Verletzung der Pflicht nach § 3 Abs. 3 WindBG (Nachweispflicht erster Umsetzungsschritte) anzuknüpfen.
 - d. Plansicherungsinstrumente (Zurückstellung von Baugesuchen, Veränderungssperren) weitergehend beschränken.

Summary

The new German government has set ambitious expansion targets for onshore wind energy in the Renewable Energy Sources Act (Erneuerbare-Energien-Gesetz, EEG) 2023 to achieve its climate targets. By 2030, renewable energies will cover 80% of electricity demand. Onshore wind energy will make a significant contribution to this with 115 GW in 2030. By 2035, the installed capacity of onshore wind energy will increase further to 157 GW and to 160 GW by 2040.

In order to enable such an increase in wind energy, a sufficiently large and usable designated area for the erection of wind turbines is required. The legislature has recognized this and, with the introduction of the Wind Energy Area Requirements Act (Windenergieflächenbedarfsgesetz, WindBG), has defined binding targets for the designation of areas for onshore wind energy for the federal states. By 2027, 1.4% of the federal land area will be designated for onshore wind energy, and by 2032 a share of 2%.

The project "Analysis of the short- and medium-term availability of areas for onshore wind energy" (hereinafter: Area Analysis I)⁶, conducted by Guidehouse and Fraunhofer IEE from 2017 to 2019, has shown how many areas were designated for wind energy and how high the theoretical power potential in these areas approximately is. The project also showed that there are several uncertainties in this potential estimate. The uncertainties stem from, among other things, ongoing procedures for designating new areas, regulations on minimum distances from residential sites, regulations on whether a turbine's rotor may extend beyond the designated area, and the extent to which designated areas are usable. The results of the Area Analysis I project revealed major doubts as to whether the area designations that were legally binding or planned at the end of 2017, would be sufficient to cover the, at that time, significantly lower targets for 2030 and to ensure sufficient competition in the wind energy auctions.

The goal of this project is to answer the question of how much area is needed to meet the wind energy targets for 2030 to 2045. For this purpose, a sufficiently precise quantification of the available areas is necessary, which goes beyond that of the predecessor project, in order to provide concrete recommendations for action for the future allocation of areas and the achievement of targets. Specifically, the project is intended to answer the following questions:

- ▶ How much area is currently designated and to what extent are the areas limited in their availability and usability?
- ▶ How much additional area needs to be designated to achieve the medium- and long-term targets for onshore wind energy?
- ▶ How will the area designated for wind energy develop in the next few years and how much area could probably be added in the coming years?

The most important terms used in the analysis are explained below. Here, special reference should be made to the distinction between designated, available and usable area.

⁶ Guidehouse (formerly Navigant) and Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Available at: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>

Designated area vs. available area vs. usable area

The **designated area** reflects the area designated by regional and urban land use planning. Depending on the point in time under consideration, the term "designated areas" can include both currently legally binding areas and areas of current draft plans.

The **available area** takes into account restrictions on the designated area resulting from the planning approach or the respective state law. It represents the area on which turbines can theoretically be built on. This includes regulations on minimum distances from residential settlements, the requirement that the rotor must be located within the designated area ("rotor-in"), height restrictions, and blanket prohibitions.

The **usable area** further takes into account that the use of the available area may face barriers that are not known or cannot be conclusively addressed at the time of area designation. These include economic, property rights (e.g. lack of access to land) and permitting obstacles (e.g. conflicts under species protection law).

"Greenfield" vs. free area

The **"Greenfield"** approach describes an area with a completely undeveloped wind area and therefore does not take into account any existing turbines. Thus, the approach shows the long-term potential based on a reference wind turbine.

The term **"free area"** refers to all wind areas or parts of wind areas considered in the analyses and whose buildability was not restricted by existing wind turbines in the year under consideration. Since the investigated area also includes areas in the draft stage that are not legally binding, the **free area** is not to be equated with the **available area** - the areas are only available after the legally binding designation. In addition, invalid plans, such as the overturned plans in Brandenburg, are not taken into account.

Rotor-in vs. Rotor-out

Following the **rotor-in** approach, the wind turbine including its rotor must be located entirely within the designated area. This approach is currently practiced in most federal states and planning regions, as well as generally at the level of urban land use planning.

Following the **rotor-out** approach, the rotor of the wind turbine may project beyond the designated area. Only the base of the tower must be placed within the wind area.

Methodology, data basis, data collection and processing

The evaluation of the designated and available land area is carried out for two different scenario years:

- ▶ 2021 as the "status quo scenario": Only wind areas of legally binding plans are considered in this analysis. All existing wind turbines and all approved wind turbines are taken

- ▶ into account for the analysis of the free area.
- ▶ 2030 as "future scenario": All draft areas are considered as well as the legally binding plans in the regions without a current draft. For the analysis of the free area, only the existing wind turbines with an operating time of up to 20 years in 2030 (i.e. commissioning in 2010 or later) as well as all approved wind turbines are taken into account.

In addition, the "greenfield" approach, which assumes a completely undeveloped area, is most comparable to a 2040/2045 scenario, when all current wind turbines will have been replaced.

The area is only available for wind energy if it is not further restricted by obstacles. In principle, the assumption of an operating life of 20 years applies.

As a rule, the designated area is subject to several restrictions. Only when these are considered, can the available area be obtained. Methodologically, such constraints can be represented in a Geographic Information System (GIS) and often substantially reduce the designated area. Table 1 gives an overview of the restrictions considered for each federal state.

Table 1: Restrictions on availability considered per federal state

Federal state	Minimum distances from residential settlements	Rotor-in regional planning (urban land use planning almost always)	Height restrictions	Blanket prohibitions
BB	Yes, applies to one draft plan only (Prignitz-Oberhavel)	Yes	Yes, in draft plan Prignitz-Oberhavel, exclusion of the areas	-
BE	-	-	-	-
BW	-	Yes, in about half of the regions	-	-
BY	Yes, also for existing plans*	No	-	-
HB	-	For urban planning partly rotor-out	-	-
HE	-	No	-	-
HH	-	BLP rotor-out	-	-
MV	-	No	-	-
NI	-	Yes, in most regions	BLP: Yes, up to 150 m total height excluded	-
NW	<i>Yes, but not considered, impact minimal as only for draft plans of urban planning</i>	Yes	-	-
RP	Yes, 900 m considered according to future regulation	Yes	BLP: Yes, up to 150 m total height excluded	-
SH	-	Yes	<i>Yes, 5H/3H, not considered</i>	-
SL	-	Yes	-	-

Federal state	Minimum distances from residential settlements	Rotor-in regional planning (urban land use planning almost always)	Height restrictions	Blanket prohibitions
SN	Yes, for draft plans only (Oberlausitz-Niederschlesien)	In 3 of 4 regions	Yes, in Leipzig-West Sachsen, exclusion of the areas	-
ST	-	Only in 1 of 5 regions	-	-
TH	<i>Yes, but not taken into account, as the introduction took place after the quantitative analyses were completed</i>	Yes	-	Thuringia Forestry Law*

* Effects of the discontinuation of these regulations are shown separately in the study

As a basis for the analyses, a complete database of the designated wind areas at the regional planning level was compiled. Areas of urban land use planning were also requested in the federal states with regions without final regional planning. These are Baden-Württemberg, Bavaria, Lower Saxony, North Rhine-Westphalia, Rhineland-Palatinate and Saarland, as well as the city states of Bremen and Hamburg. Since central registers are often not available and the data quality is generally not as good as those of regional planning data sets, there is no claim to completeness. Nevertheless, also with recourse to the reports of the federal states within the framework of the EEG cooperation committee, a significantly improved database of the areas of the urban land use planning compared to the project Area Analysis I could be compiled, which currently represents the best available central database. If areas are covered by both plans at the regional planning level and plans at the urban land use planning level, these areas are not double-counted in this study, but are assigned solely to the regional planning level. Thus, the areas that are assigned to urban land use planning only represent the areas of urban land use planning that exceed the areas of regional planning.

In order to determine the capacity potential of the areas, specifications must first be made for reference wind turbines for 2030. Here, a distinction is made between a strong wind turbine with 300 W/m² specific area capacity⁷ (6.41 MW, 165 m rotor diameter) and a weak wind turbine with 260 W/m² specific area capacity (5.56 MW, 165 m rotor diameter).

The capacity potential is determined with the help of the turbine placement algorithm developed at Fraunhofer IEE. This determines the maximum number of wind turbines that can be installed on the available areas, considering elliptical minimum distances to neighboring wind turbines. Any restrictions on usability, such as minimum distances from residential settlements, height restrictions, etc., are mapped in a vector-based manner in the GIS prior to turbine placement, so that the available wind areas serve as input for the turbine placement. A minimum distance of five rotor diameters in the main wind direction and three rotor diameters in the secondary wind direction to neighboring wind turbines is applied. This represents an approach commonly used in practice.

The capacity that can be installed on the areas is calculated by multiplying the number of wind turbines that can be placed by the rated power of the wind turbines. Thereby, the power of strong and weak wind turbines differs. The decision which type of wind turbine is placed at the

⁷ The specific area capacity describes the installed capacity per square meter of rotor area in watts per square meter.

respective site depends on the average wind speed at a height of 150 m according to the Global Wind Atlas⁸.

In addition to the analyses for completely undeveloped wind areas ("greenfield"), an evaluation of the free area is carried out by considering existing turbines. This allows an estimation of the current availability of areas for the expansion of wind energy. The intersection of the distance ellipses of the existing plants with the (available) wind areas results in the free areas still available for further wind turbines. For the determination of the currently available areas, both the existing and the approved wind turbines are included in the analyses. For considerations for the year 2030, on the other hand, it is first evaluated which of the current existing plants are still in operation in the year 2030, assuming a life of 20 years. In addition, the approved wind turbines are taken into account.

To determine the additional area required, target scenarios were defined for various years, from 2030 to 2045, which are based on the current targets of the EEG 2023. Thus, 115 GW will be installed by 2030, 157 GW by 2035, and 160 GW by 2040, and shall remain at this level after 2040.

In order to determine the necessary area for the target scenarios, the average yield efficiency on completely free land was determined for the federal states. The yield efficiency is influenced by the installable capacity depending on the size and shape of the area as well as the full load hours achievable on the area in 2030 depending on the wind conditions. The yield efficiency is determined per federal state and in the base case an equal distribution of the target among the states is investigated, i.e. each federal state contributes the same share of the federal state area.

The necessary area is determined as a rotor-out target, i.e., the rotor is allowed to exceed the border of the designated area (otherwise the necessary area would be significantly higher). Further, the determination of necessary area takes into account that 30% of the designated area is expected to be unusable.

Usability of designated areas

The available areas are subject to further restrictions, e.g. due to nature and species protection or rotating beacons, which only allow partial use of the area. These restrictions are very individual for each project and cannot be taken into account or quantified across the board, since, for example, only insufficient data is available at the national level on breeding sites of specific bird species, or, as in the case of rotating beacons, each wind turbine must be examined individually.

Results of a survey of project developers indicate an average non-usability of the areas designated for onshore wind energy of 30%. The average non-usability of regional and urban land use planning areas designated between 2016 and 2020 was 31%, based on nearly 10 GW of project volume covered. Project developer estimates for non-usability of future area designations also average about 30%, but show high dispersion.

A GIS analysis of the currently legally binding regional plans designated in 2015 and before shows lower values. The non-usability here is 19 %. However, uncertainties exist, if the already developed areas can be used in the future again with wind turbines of the current generation (repowering potential). A GIS analysis of the currently legally binding plans of the urban land

⁸ Global Wind Atlas 3.0, a free, web-based application developed, owned and operated by the Technical University of Denmark (DTU). The Global Wind Atlas 3.0 is released in partnership with the World Bank Group, utilizing data provided by Vortex, using funding provided by the Energy Sector Management Assistance Program (ESMAP). For additional information: <https://globalwindatlas.info>

use planning with designation year up to 2015⁹, on the other hand, shows significantly greater restrictions on usability. Here, the average value is 37 %.

Overall, a value of about 30 % non-usability on average seems to reflect the restrictions in practice well. The extent to which this value can be reduced by measures in the future is uncertain. Although measures to reduce barriers generally lead to an increase in usability (e.g., smaller inspection radii around rotating beacons and weather radars), comprehensive future area designations will have to make greater use of areas with high conflict potential that may have low usability.

Therefore, a non-usability of 30% will continue to be used in further analysis, i.e., particularly in determining the necessary area.

Results and conclusions on the current area for onshore wind energy against the background of the area targets in the WindBG

In 2021, the designated legally binding area amounts to 0.79 % of Germany's land area (2,830 km²). Of this, 1,900 km² is accounted for by areas of regional planning and 920 km² by areas of urban land use planning that go beyond this.

The quantitative analysis of the restrictions on availability shows that 40% of the designated, legally binding land is restricted in its availability. In particular, the planning approach as to whether the rotor must be located within the area or may project beyond it is decisive for the availability of the area. Accordingly, the available legally binding area is 1,690 km². This corresponds to 0.47% of Germany's land area.

In the 2030 scenario year, the designated area amounts to 0.97% of Germany's land area (3,480 km²). This includes areas for onshore wind energy from current draft plans. Of this, 1,810 km² or 52% is accounted for by legally binding regional planning areas, 670 km² or 19% is accounted for by draft regional planning areas, and the remaining 1,000 km² or 29% is accounted for by land use planning areas beyond that. Figure 1 shows the designated area for 2030 per federal state as a share of the respective state's land area.

Figure 2 shows the remaining available area in 2030 per federal state as a share of the respective state's area. After taking into account the restrictions on the availability of the designated area, a total of 2,180 km² of available land area remains, or 0.61% of Germany's land area.

⁹ Comprises 28% (300 km²) of the legally binding land use planning area covered.

Figure 1: Share of the designated area in 2030 of the respective federal state's land

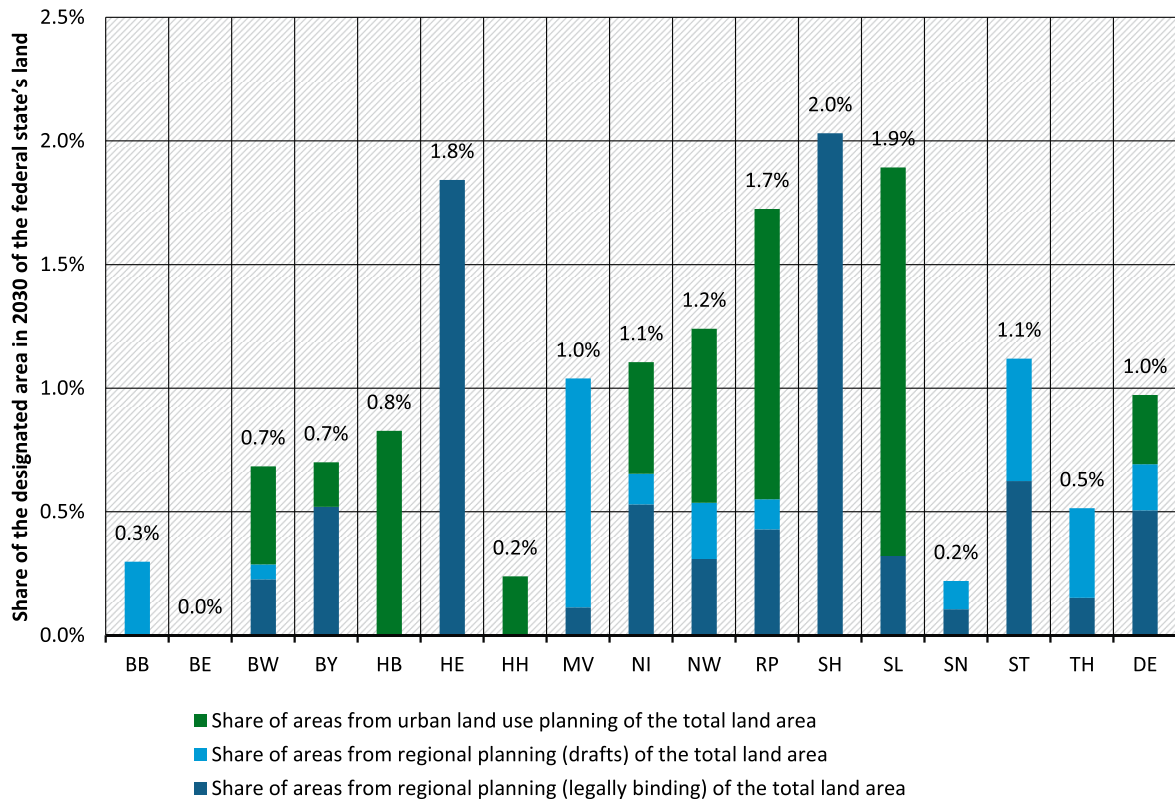
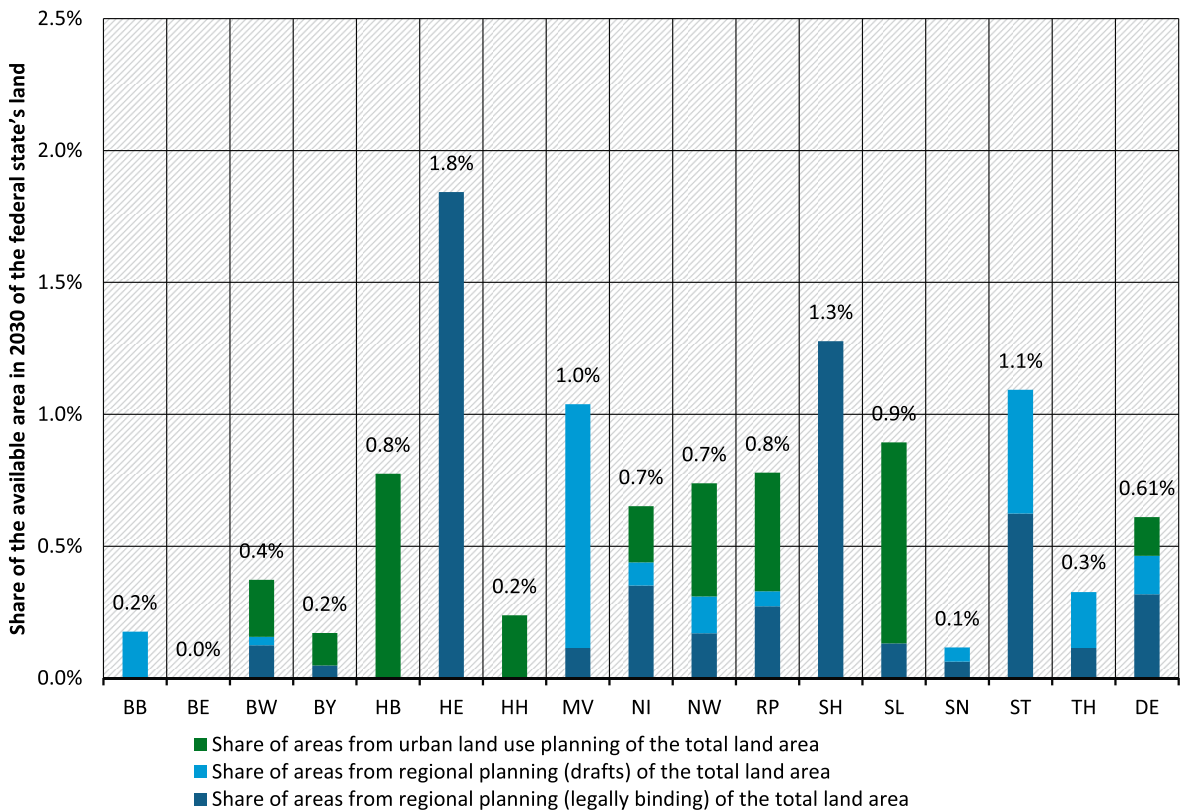


Figure 2: Share of the available area in 2030 of the respective federal state's land



Source: Own graphics Guidehouse

Due to the previous restrictions of the regulation for minimum distances to residential settlements (“10 H-Regelung”) in Bavaria considered here, only less than a quarter of the designated area of regional and urban land use planning remains as available area. From June 2023, however, the rule in Bavaria will no longer apply to designated wind areas. Specifically, this adjustment means that approx. 320 km² of regional planning areas in Bavaria will no longer be blocked. As a result, the available, legally binding area (2021) will increase from 1,690 km² (0.47% of the federal area) to approx. 2,000 km² (0.56%). The available area including draft areas (2030) increases from 2,180 km² (0.61% of the federal territory) to approx. 2,500 km² (0.70%).

In the WindBG, the German federal government has set an area target for onshore wind energy for 2032 of 2.0% of the federal land area. This corresponds to approx. 7,160 km². By 2027, 1.4% of the federal land area (5,010 km²) should already be available for onshore wind energy.

The following table compares for each federal state the available area for onshore wind energy with the WindBG targets for 2027 and 2032. The approach used to determine the available area is not identical to that used to determine the area targets set out in the WindBG, but is largely the same, particularly in the conversion of rotor-in areas, insofar as the approach used in the analyses will remain in place in future. Therefore, a comparison of the available area with the area targets provides a clear indication of the need for further designations.

Table 2: Comparison of the area targets according to WindBG with the available area in 2021 and 2030 in % of the respective federal state’s land

Federal State	Target 2027	Target 2032	Available area 2021	Available area 2030
Baden-Württemberg	1.10	1.80	0.27	0.37
Bavaria	1.10	1.80	0.16 (from June 2023 on: 0.61)*	0.17 (from June 2023 on: 0.63)*
Berlin	0.25	0.50	0.00	0.00
Brandenburg	1.80	2.20	0.00	0.18
Bremen	0.25	0.50	0.77	0.77
Hamburg	0.25	0.50	0.24	0.24
Hesse	1.80	2.20	1.84	1.84
Mecklenburg-Western Pomerania	1.40	2.10	0.24	1.04
Lower Saxony	1.70	2.20	0.54	0.65
North Rhine-Westphalia	1.10	1.80	0.59	0.74
Rhineland-Palatinate	1.40	2.20	0.65	0.78
Saarland	1.10	1.80	0.85	0.89
Saxony	1.30	2.00	0.12	0.12

Federal State	Target 2027	Target 2032	Available area 2021	Available area 2030
Saxony-Anhalt	1.80	2.20	0.83	1.09
Schleswig-Holstein	1.30	2.00	1.28	1.28
Thuringia	1.80	2.20	0.22	0.33
Germany	1.40	2.00	0.47 (from June 2023 on: 0.56)*	0.61 (from June 2023 on: 0.70)*

* from June 2023, the regulation for minimum distances to residential settlements in Bavaria will no longer apply to designated wind areas

Overall, it can be stated that currently only 0.47% of Germany's land area has been designated for onshore wind energy and is available (see column "Available area 2021"). In order to achieve the 1.4% area target in 2027 anchored in the WindBG, the available area must therefore be tripled, and in order to achieve the 2.0% area target in 2032 quadrupled. The current draft plans in their current form only increase the available area to 0.61% (see column "Available area 2030").

The target gap between the available legally binding area of 1,690 km² and the 2027 area target of 5,010 km² is 3,320 km². Consideration of the current draft areas shows that the available area can increase to 2,180 km² with the current plans. In their current form, the drafts can thus contribute to an increase in the available area of just under 500 km². The current draft areas in their current form can thus only close just under 15% of the target gap by 2027.

Results and conclusions on performance and earnings potential

The area targets set out in the WindBG are intended to form the basis for achieving the adjusted capacity targets for 2030 and 2035, which the federal government raised significantly in the EEG 2023. Accordingly, the installed capacity of onshore wind energy will be 115 GW by 2030, 157 GW by 2035, and 160 GW by 2040 and beyond.

To achieve the capacity targets, installations must be significantly increased in a timely manner, i.e., promptly. Accordingly, the future auction volumes were also adjusted in the EEG 2023. In principle, the auction volume will increase to 10 GW per year. In 2023, 12.84 GW are planned. Taking into account the average realization periods of about 2 years, the auction volumes until 2028 are decisive for the installations until 2030. In total, the auction volume from 2023 to 2028 amounts to more than 60 GW.

However, the available analyses show that the legally binding area for onshore wind energy including the current drafts and taking into account the repowering potential until 2030 (i.e., taking into account areas that become free with 20 years of operation of the existing plants) together offer no more than an estimated 30 GW of potential.

Although the installable capacity on currently available, legally binding areas alone amounts to 21 GW, the analyses suggest that only a very small proportion of this available area is currently still usable. Most of the currently available area is likely to be the unusable portion of the legally binding designated area. The current approved onshore wind projects confirm this assessment. The realisable capacity potential is thus estimated at a few GW. In addition, from June 2023 there will be a capacity potential of approx. 7 GW on the areas of regional planning that have so far been blocked by the regulation for minimum distances to residential settlements in Bavaria but are currently still free.

The study further shows that there is only a repowering potential of just under 6 GW on the legally binding areas with an operating period of 20 years until 2030. The capacity potential on the draft areas that are free until 2030 amounts to 11 GW, should they become legally binding in their current form in the next few years.

The power potential still available on the legally binding draft areas and, in perspective, the potential of the current drafts is therefore not sufficient to cover the tender volumes of the coming years. Accordingly, permanent, massive undersubscriptions in the tenders and thus a significantly too low expansion of onshore wind energy in the coming years are to be expected.

Results and conclusions on additional land requirements up to 2030

The analysis of the future area required to achieve the climate policy targets for onshore wind energy shows that an area of 1.8 % of Germany's land area is required to achieve the long-term output target of 160 GW, but this result is subject to uncertainties. Previous calculations in the course of the project have shown a slightly higher land requirement of just under 2.0 % of Germany's land area. The decisive factor here is changed assumptions regarding the further development of the rated capacity of wind turbines.

A decisive technological factor is the rated capacity of wind turbines. If the rated capacity increases while the rotor diameter remains the same, the area required per capacity decreases and thus the specific area capacity increases. However, a countervailing factor is that since the interim results in the fall of 2021, restrictions, specifically extensive rotor-in assumptions, regulations for minimum distances to residential settlements, and height restrictions, have been identified or introduced. These reduce the average area size of the available areas. As the area size decreases, the power efficiency increases. Thus, this reduces the amount of land required assuming that future designations per federal state follow previous patterns of area size and shape.

It should be noted here, however, that an increase in specific area capacity has a much greater effect on the installable capacity than on the yields that can be generated on the area. An increase in the rated capacity with a constant rotor diameter only leads to an increase in the feed-in during periods of high wind speeds. The full load hours of the wind turbines are thus lower. If the expansion of onshore wind energy is controlled according to a capacity target, the energy yield to be achieved with it and thus the contribution of onshore wind energy to the climate targets will decrease as a consequence. If the full load hours or energy yields of the added wind turbines are below the assumptions or target values, the capacity target and thus the area target must be corrected upward.

However, the greatest uncertainty lies in the usability of the future area target. With a reduced non-usability of 20 %, only 1.5 % of the federal area could be sufficient to achieve the long-term capacity target of 160 GW if all other influencing factors remain unchanged. However, if the non-usability is higher than assumed at 40%, the 1.5% is just enough to meet the capacity target of 115 GW in 2030.

Furthermore, the tendering system for the promotion of renewables needs a certain level of competition to be effective. Accordingly, the area target must allow for a supply volume that exceeds the auction volume.

Thus, it is positive if the area target slightly exceeds the area requirement determined here.

Recommendations for action

With regard to the conclusions of the study, there are two major areas that require further action. First, there is a need to continuously review that the area targets set forth in the WindBG

are sufficient for the states to be able to achieve the capacity targets set forth in the EEG, so that any necessary adjustments can be made at an early stage.. And secondly, it is becoming apparent that with the current acreage and designation processes, approvals, bid quantities, and additions will fall well short of the expectations of the EEG auctions. Therefore, measures are needed to increase the availability and usability of areas for onshore wind energy already in the short term, i.e. well before 2027.

Recommendations for action to monitor the area and performance target:

The determination of future area requirements shows that the area targets of 1.4% by the end of 2027 and 2.0% by the end of 2032 anchored in the WindBG are likely to be sufficient to achieve the targeted capacity values for onshore wind energy. In addition to monitoring the area designations and the corresponding specifications for the eligibility of these areas for the area target, however, it must be regularly checked to what extent the actual development of onshore wind energy (including the usability of the areas, area efficiency of new and existing installations) deviates from the assumptions made when setting the area target. Furthermore, it must be examined which capacity is not or not completely covered by the area target.

In concrete terms, the following recommendations for action can be derived:

1. The federal government should decisively examine the developments of the main influencing factors for the regular review of the necessary area requirements. This includes, in particular, the usability of the areas for onshore wind energy, the efficiency of the areas or technological development, as well as the development of the existing wind turbines.
2. The federal states, in cooperation with the municipalities, should improve the availability of data at the level of urban land use planning and, in doing so, make information on the planning status or designation year more easily accessible.

Recommendations for action to increase the area coverage in a timely manner:

By setting the area targets, the legislator has regulated an important aspect for planning security for the further expansion of onshore wind energy. However, the 1.4% interim target does not take effect until the end of 2027. Due to the procedures for designating further wind areas, which generally take several years, it is likely that a large proportion of the area designations will not be completed until 2026/2027, however. Therefore, measures to increase the amount of area for onshore wind energy should be implemented in a timely manner.

In addition, pursuant to Section 6 (3) WindBG, the German government is already required to submit a draft with adjustment proposals for the WindBG for the first time by July 1, 2025 if, on the basis of the monitoring in the Cooperation Committee, it comes to the conclusion that further legislative measures are required in order to achieve the area targets or the adjustment of the area targets to the respective applicable expansion targets under the EEG.

Specifically, the following recommendations for action are derived:

1. The federal government, state governments and municipalities should consider and continue to implement short-term measures to increase the availability of the free designated areas, e.g., by lifting building bans, height limits, and eliminating blanket minimum distance requirements from residential settlements.
2. The federal government and the states should examine and continue to implement short-term measures to increase the usability of the free and available area. These include the following concrete measures:
 - a. Implementation and legal anchoring of the announced improvement measures for radio navigation systems and weather radars.

- b. Further concretisation and standardisation of the testing requirements in species protection law at federal level.
 - c. Standardisation of permitting requirements and creation of clear prioritisation regulations in monument protection law.
 - d. Transparent communication of the expected further shortage of areas for onshore wind energy in the coming years as a signal to the industry (manufacturers, project developers, approval authorities, service providers) to build up resources in good time for a strong increase in new construction at the end of this decade.
3. The states should work toward timely area designations by planning regions and municipalities and not exhaust the timeframe for achieving interim goals by the end of 2027.
4. The federal government should examine and implement further measures to significantly accelerate the procedures for designating areas for onshore wind energy and measures for the short-term provision of areas, as well as remove other obstacles under planning law. These include the following concrete measures:
 - a. Digitisation of statements and their processing.
 - b. Concretisation and limitation of the necessary depth of consideration and investigation, especially with regard to the concern of species protection.
 - c. The legal consequence under § 249 para. 7 Building Code (Baugesetzbuch, BauGB), which under the Wind on Land Act (Wind-an-Land-Gesetz, WaLG) is only linked to the failure to meet the target upon expiry of the deadline at the end of 2027 or the end of 2032, should also be linked to the breach of the obligation under § 3 para. 3 WindBG (obligation to provide evidence of initial implementation steps).
 - d. To further restrict plan safeguarding instruments (Deferral of planning applications, change barriers).

1 Einführung

1.1 Hintergrund

Die neue Bundesregierung hat im EEG 2023 ambitionierte Ausbauziele für die Windenergie an Land festgelegt, um ihre Klimaziele zu erreichen. Bis 2030 sollen die erneuerbaren Energien 80 % des Strombedarfs decken. Hierfür soll die Windenergie an Land mit 115 GW in 2030 einen maßgeblichen Beitrag leisten. Bis 2035 soll die installierte Leistung der Windenergie an Land auf 157 GW und bis 2040 auf 160 GW weiter steigen.

Um einen solchen Zubau von Windenergie zu ermöglichen, wird eine ausreichend große und nutzbare ausgewiesene Fläche zur Errichtung von Windenergieanlagen (WEA) benötigt. Dies hat der Gesetzgeber erkannt und mit der Einführung des Windenergieflächenbedarfsgesetzes (WindBG) verbindliche Ziele zur Ausweisung von Flächen für die Windenergie an Land für die Bundesländer definiert. Bis 2027 sollen 1,4 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land ausgewiesen werden, bis 2032 2 %.

Das von Guidehouse und Fraunhofer IEE von 2017 bis 2019 bearbeitete Vorhaben "Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land" (im Weiteren: Flächenanalyse I)¹⁰ hat aufgezeigt, wie groß die ausgewiesene Flächenkulisse und wie hoch das theoretische Leistungspotenzial auf diesen Flächen ungefähr ist. Das Vorhaben hat ebenfalls aufgezeigt, dass eine Reihe an Unsicherheiten bei dieser Potenzialabschätzung bestehen. Die Unsicherheiten stammen u. a. von noch nicht abgeschlossenen Verfahren zur Ausweisung von neuen Flächen, von pauschalen Mindestabstandsregelungen zur Wohnbebauung, Regelungen, ob der Rotor einer Anlage über die ausgewiesene Fläche hinausragen darf, sowie der Frage, inwieweit ausgewiesene Flächen auch tatsächlich nutzbar sind. Die Ergebnisse des Vorhabens Flächenanalyse I zeigten große Zweifel, ob die Ende 2017 rechtskräftigen und darüber hinaus bereits geplanten Flächenausweisungen ausreichen, um die damals noch deutlich geringeren Zielmengen für 2030 zu decken und für genügend Wettbewerb in den Ausschreibungen zu sorgen.

1.2 Ziel des Vorhabens

Ziel dieses Vorhabens ist die Beantwortung der Frage, wie viel Fläche benötigt wird, um die Wind-Ausbauziele von 2030 bis 2045 zu erreichen. Hierfür ist eine hinreichend genaue Quantifizierung der tatsächlich verfügbaren Flächen notwendig, die über die des Vorgängervorhabens hinausgeht, um möglichst konkrete Handlungsempfehlungen zur zukünftigen Flächenausweisung und Zielerreichung zu geben. Konkret sollen mit dem Vorhaben folgende Fragen beantwortet werden:

- ▶ Wie viel Fläche ist aktuell ausgewiesen und wie stark sind die Flächen in ihrer Verfügbarkeit und Nutzbarkeit eingeschränkt?
- ▶ Wie viel Fläche muss zur Erreichung der mittel- und langfristigen Ziele für die Windenergie an Land weiterhin ausgewiesen werden?
- ▶ Wie entwickelt sich die Flächenkulisse in den nächsten Jahren und wie viele Flächen könnten voraussichtlich zeitnah hinzukommen?

¹⁰ Guidehouse (ehemals Navigant) und Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>

Hierzu sind einerseits die vorhandenen Datensätze aus dem Vorhaben Flächenanalyse I zu Flächenkulisse und Bestandsanlagen zu aktualisieren und bekannte Datenlücken auf Ebene der Bauleitplanung zu schließen. Weiterhin sind die Unsicherheiten in Bezug auf die Nutzbarkeit der Flächenkulisse vertieft zu untersuchen und die Einschränkungen zu quantifizieren. Zudem sind aktuelle Entwicklungen zu berücksichtigen, die sich auf die Flächenkulisse auswirken, insbesondere die Regelungen zu Mindestabständen auf der Grundlage der Länderöffnungsklausel nach § 249 Abs. 3 BauGB. Bereits das Vorgängervorhaben hat gezeigt, wie drastisch pauschale Mindestabstandsregelungen die verfügbare Flächenkulisse einschränken können. Diese Analyse soll durch eine genauere Quantifizierung auf Basis der aktuellen politischen Beschlusslage weiterentwickelt werden. Außerdem ist bei der Ermittlung des zur Verfügung stehenden Leistungspotenzials die tatsächliche Flächeneffizienz vertieft zu untersuchen und regionale Unterschiede verstärkt zu berücksichtigen.

1.3 Begriffsklärung

Im Folgenden werden die wichtigsten Begrifflichkeiten erläutert, die in der Analyse genutzt werden. Hierbei ist besonders auf die Unterscheidung von ausgewiesener, verfügbarer und nutzbarer Fläche hinzuweisen, welche im Anschluss miteinander verglichen werden.

Ausgewiesene Fläche vs. verfügbare Fläche vs. nutzbare Fläche

Die **ausgewiesene Flächenkulisse** gibt den Umfang der Flächenkulisse der Regional- und Bauleitplanung wieder. Der Begriff „ausgewiesene Flächenkulisse“ kann je nach Betrachtungszeitpunkt sowohl aktuell rechtskräftige Flächen als auch aktuelle Entwurfsflächen umfassen.

Die **verfügbare Flächenkulisse** berücksichtigt Einschränkungen der ausgewiesenen Flächenkulisse, die sich aus dem Planungsansatz oder dem jeweiligen Landesrecht ergeben. Sie stellt die theoretisch bebaubare Fläche dar. Dies beinhaltet pauschale Mindestabstandsregelungen zur Wohnbebauung, die Vorgabe, dass der Rotor innerhalb der Windfläche liegen muss („Rotor-in“), Höhenbeschränkungen und Pauschalverbote.

Die **nutzbare Flächenkulisse** berücksichtigt weiterhin, dass der Nutzung eines Teils der verfügbaren Fläche Hemmnisse gegenüberstehen, die bei der Flächenausweisung nicht bekannt sind oder abschließend berücksichtigt werden können. Hierzu gehören wirtschaftliche, privatrechtliche (z. B. fehlender Flächenzugriff) und genehmigungsrechtliche Hemmnisse (z. B. artenschutzrechtliche Konflikte).

„Grüne Wiese“ vs. freie Fläche

Der Ansatz „**Grüne Wiese**“ beschreibt eine Flächenkulisse mit vollständig unbebauter Windfläche, berücksichtigt dementsprechend keine Bestandsanlagen. Der Ansatz zeigt somit das langfristige Zubaupotenzial auf der Flächenkulisse auf Basis einer Referenzanlage.

Unter dem Begriff **freie Fläche** werden alle im Rahmen der Analysen untersuchten und in dem Betrachtungsjahr nicht durch Bestandsanlagen in der Bebaubarkeit eingeschränkten Windflächen oder Teile von Windflächen zusammengefasst. Da die untersuchte Flächenkulisse auch nicht rechtskräftige Flächen im Entwurfsstadium umfasst, ist die **freie Fläche** nicht mit der **verfügbaren Fläche** gleichzusetzen – tatsächlich verfügbar sind die Flächen erst nach der rechtskräftigen Ausweisung. Darüber hinaus nicht berücksichtigt werden ungültige Pläne, wie zum Beispiel die gekippten Pläne in Brandenburg.

Rotor-in vs. Rotor-out

Beim Ansatz **Rotor-in** muss die WEA inklusive ihres Rotors vollständig innerhalb der ausgewiesenen Fläche stehen. Dieser Ansatz wird bisher in der Mehrzahl der Bundesländer bzw. Planungsregionen sowie grundsätzlich auf Ebene der Bauleitplanung praktiziert.

Beim Ansatz **Rotor-out** darf der Rotor der WEA über die ausgewiesene Fläche hinausragen. Lediglich der Turmfuß muss innerhalb der Windfläche platziert werden.

1.4 Struktur des Berichts

Kapitel 2 stellt die methodische Herangehensweise für die Zusammenstellung, Analyse und Auswertung der Datenbasis dar. Kapitel 3 behandelt im Anschluss die Datenbeschaffung und Aufbereitung. Hierbei wird unterschieden zwischen Flächen der Regional- und Bauleitplanung sowie Flächen ohne Konzentrationsplanung.

Kapitel 4 beschäftigt sich mit den Einschränkungen der Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse aus überwiegend rechtlicher Perspektive. Berücksichtigte Einschränkungen sind Mindestabstände zur Wohnbebauung, Vorgaben zu Rotor-in bzw. Rotor-out, Höhenbeschränkungen sowie Pauschalverbote. Kapitel 5 analysiert darüber hinaus die Nutzbarkeit der verfügbaren Windflächen, basierend auf einer Projektiererbefragung und einer GIS-Analyse.

Die Kapitel 6 bis 8 stellen die Ergebnisse des Vorhabens vor. Kapitel 6 präsentiert dabei die Ergebnisse zu der ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse, ordnet diese auf Ebene der Bauleitplanung weiter ein und stellt die Ergebnisse den Flächenzielen der Bundesländer gegenüber. Kapitel 7 überführt die verfügbare Fläche in ihr Leistungs- und Ertragspotenzial. Darüber hinaus wird die Auswirkung einer längeren Betriebsdauer der Bestandsanlagen auf die Erreichung der Windenergieziele diskutiert. Abschließend erfolgt eine Gegenüberstellung der Leistungs- und Ertragspotenziale der aktuellen Flächenkulisse mit den Zielen des Bundes. Kapitel 8 trifft Aussagen zum zusätzlichen Flächenbedarf zur Erreichung der Leistungszielwerte und darüber, wie sich unterschiedliche Verteilungsansätze auf die Bundesländer auswirken.

Kapitel 9 leitet auf Basis der Ergebnisse der Analyse Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen ab.

2 Methodisches Vorgehen

2.1 Zusammenstellung der Datenbasis

2.1.1 Erfassung der aktuellen Flächenkulisse

Flächenausweisungen für die Windenergie an Land können zum einen auf Ebene der Regionalplanung (eine Planungsregion umfasst i. d. R. ein oder mehrere Landkreise) und zum anderen auf Ebene der Bauleitplanung (Kommunen) erfolgen. Nach dem Raumordnungsgesetz können Flächen als unterschiedliche Gebietstypen ausgewiesen werden: Vorranggebiete (VRG), Vorbehaltsgebiete (VBG), Eignungsgebiete (EG) sowie Vorranggebiete mit Ausschlusswirkung beziehungsweise Vorranggebiete mit Wirkung von Eignungsgebieten. Dabei muss zwischen abschließender und nicht abschließender Planung unterschieden werden. Eine abschließende Planung, d. h. der Ausschluss der Errichtung von WEA außerhalb der festgesetzten Gebiete, liegt bei Eignungsgebieten sowie Vorranggebieten mit Ausschlusswirkung beziehungsweise Vorranggebieten mit Wirkung von Eignungsgebieten vor. Hier kommt der sogenannte Planvorbehalt zum Tragen, bei dem die Privilegierung von WEA im Außenbereich eingeschränkt wird. Ist die Planung auf Ebene der Regionalplanung nicht abschließend, können weitere Flächen auf Ebene der Bauleitplanung ausgewiesen werden, welche dann wiederum eine konzentrierende Wirkung entfalten.

Ausgehend von den Daten der Flächenausweisungen aus dem Vorhaben Flächenanalyse I erfolgte eine Aktualisierung und Vervollständigung der Daten. Hierfür wurden einerseits eventuelle Aktualisierungen sowie, falls erforderlich, die Geodaten der Flächenausweisungen zunächst über die Landesvertreter in der Bund-Länder-Initiative Windenergie an Land abgefragt. Auf diese Weise wurden der Aktualisierungsbedarf ermittelt sowie für einige Bundesländer direkt die aktuellen rechtskräftigen und Entwurfsflächen bereitgestellt. Im nächsten Schritt wurden die Flächenausweisungen direkt über die Träger der Regionalplanung angefragt. Weiterhin wurde auf die von den Ländern im Rahmen des EEG-Kooperationsausschuss gemeldeten Daten zurückgegriffen. Für einzelne Regionen erfolgten zudem Abfragen auf Gemeindeebene.

Anschließend wurden die Daten in einem einheitlichen Format in eine PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung überführt. Hierfür wurden alle relevanten Informationen in einem geeigneten Datenbankformat abgelegt, sodass die späteren Analysen über geeignete Abfragen durchgeführt werden konnten.

Eine ausführliche Beschreibung der zusammengestellten Daten findet sich in Kapitel 3.

2.1.2 Erfassung der Anlagenstammdaten

Für die Ermittlung der freien Windflächen sowie die Analysen zur Nutzbarkeit älterer Windflächen (vgl. Abschnitte 2.3 und 5.1) wird ein möglichst vollständiger Datensatz der Bestandsanlagen sowie der bereits genehmigten Anlagen benötigt. Neben möglichst genauen Geokoordinaten des Standorts sind Daten zur Nennleistung, des Inbetriebnahmejahrs sowie des Rotordurchmessers mindestens erforderlich.

Der in dieser Studie verwendete Datensatz wurde aus dem Vorhaben Flächenanalyse I abgeleitet und im Rahmen dieses Projektes weiterentwickelt. Dieser ursprüngliche Datensatz wurde einerseits auf einer Vorabversion von Eichhorn et al. 2019¹¹, dem Marktstammdatenregisters,

¹¹ Eichhorn, M.; Scheftelowitz, M.; Reichmuth, M.; et al. (2019): Spatial distribution of wind turbines, photovoltaic field systems, bioenergy, and river hydro power plants in Germany. Data, Volume 4, Issue 1

Veröffentlichungen und Datensätzen der Bundesländer sowie Geokoordinaten aus dem digitalen Basis-Landschaftsmodell (Basis-DLM) zusammengestellt.¹² Dieser Datensatz wurde weiterhin mit Daten aus dem Marktstammdatenregister, u. a. einem Datensatz der Fachagentur Windenergie an Land e.V. (FA Wind) aktualisiert und auf Datenfehler geprüft (vgl. Abschnitt 3.4).

Die Analyse der freien Fläche sowie die Analysen zur Nutzbarkeit älterer Windflächen sollen einen möglichst aktuellen Stand abbilden. Daher werden hierzu neben den in Betrieb genommenen Bestandsanlagen auch vorliegende Genehmigungen berücksichtigt. Hierzu wurde ebenfalls von der FA Wind ein Datensatz der genehmigten WEA bereitgestellt, der ebenfalls auf Marktstammdatenregister-Daten basiert (Stand 5.4.2022).

2.2 Auswertung der ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse

2.2.1 Betrachtung verschiedener Szenariojahre

Die Auswertung der ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse erfolgt für zwei verschiedene Szenariojahre:

- ▶ 2021 als „Ist-Szenario“: In dieser Betrachtung werden ausschließlich Windflächen rechtskräftiger Pläne betrachtet. Für die Betrachtung der freien Fläche werden alle erfassten Bestandsanlagen sowie alle genehmigten WEA berücksichtigt.
- ▶ 2030 als „Zukunftszenario“: In dieser Betrachtung werden alle Entwurfsflächen berücksichtigt sowie die rechtskräftigen Pläne in den Regionen ohne aktuellen Entwurf. Für die Betrachtung der freien Fläche werden nur die Bestandsanlagen mit einer Betriebsdauer bis zu 20 Jahren in 2030 (d. h. Inbetriebnahme 2010 oder später) sowie alle genehmigten WEA berücksichtigt.

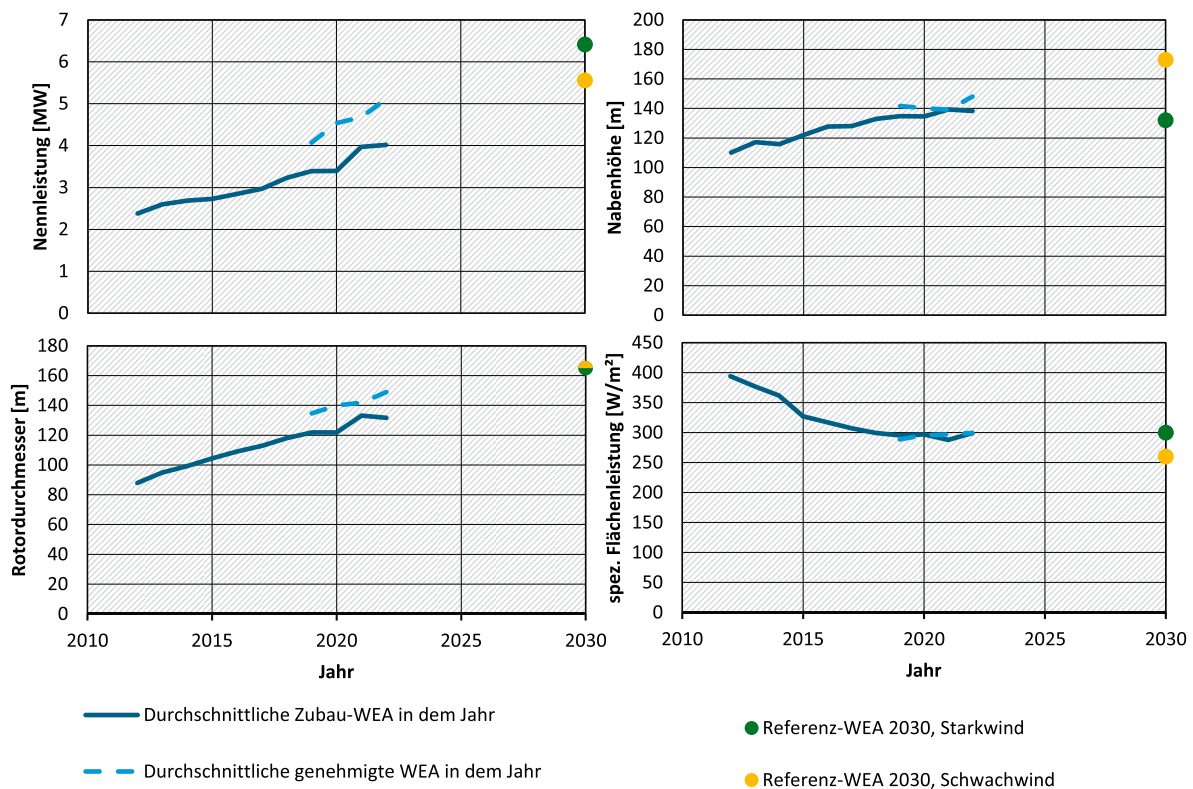
Darüber hinaus gibt es den Ansatz „Grüne Wiese“, welcher von einer vollständig un bebauten Fläche ausgeht und daher am ehesten mit einem 2040/2045 Szenario zu vergleichen ist, wenn alle aktuellen Anlagen ersetzt sein werden.

2.2.2 Festlegung einer Referenzanlage

Für die Ermittlung der auf den Flächen platzierbaren Anlagen müssen zunächst Festlegungen für Referenzwindenergieanlagen getroffen werden. Hierbei wird zwischen einer Stark- und einer Schwachwindanlage unterschieden. Die Festlegung der Referenzanlage orientiert sich am Jahr 2030 und soll den langfristigen durchschnittlichen Zubau abbilden.

Die Annahmen für die Referenzanlagen orientieren sich an einer Auswertung der Bestandsanlagen sowie der bereits genehmigten Anlagen. Abbildung 3 zeigt Durchschnittswerte der Parameter Nennleistung, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und spezifischer Flächenleistung von 2012 bis 2022 (1. Quartal) zugebauten oder genehmigten WEA in Deutschland.

¹² Guidehouse (ehemals Navigant) und Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>

Abbildung 3: Auswertung von Nennleistung, Nabenhöhe, Rotordurchmesser und spezifischer Flächenleistung von Zubau und Genehmigungen zwischen 2012 und 2022 (Q1)

Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE, Daten: FA Wind auf Basis des Marktstammdatenregister

Windenergieanlagen sind in den vergangenen Jahren deutlich größer und leistungsfähiger geworden. Die durchschnittliche im ersten Quartal 2022 in Deutschland genehmigte WEA weist einen Rotordurchmesser von 149 Metern bei einer Nennleistung von 5,1 MW auf.

Die Abbildung zeigt unten links den durchschnittlichen Rotordurchmesser der Windenergieanlagen in Deutschland im betrachteten Zeitraum. Es sind einerseits der Durchschnittswert der zugebauten Anlagen der jeweiligen Jahre dargestellt (durchgezogene Linie), andererseits auch der Wert der im gleichen Jahr genehmigten Anlagen (gestrichelte Linie). Da deren Inbetriebnahme ca. zwei bis drei Jahre nach der Genehmigung erfolgt, können die gestrichelten Linien für die genehmigten WEA (gedanklich) um zwei bis drei Jahre nach rechts verschoben werden, was dann einer Extrapolation des bisherigen Zubaus nahekommt. Der Parameter für die Referenzanlagen sollte dann etwa einer Extrapolation beider Linien bis zum Jahr 2030 entsprechen, allerdings aufgeteilt in eine Stark- und eine Schwachwindanlage.

Die für die Modellierung angenommenen Parameter der Referenz-Starkwindanlage sind als blaue, die der Schwachwindanlage als grüne Punkte dargestellt. Beim Rotordurchmesser wird vereinfachend von einem einheitlichen Wert der Stark- und Schwachwindanlagen von 165 m für die Abbildung der WEA im Jahr 2030 ausgegangen.

Während Windenergieanlagen im Binnenland sich meist durch eine höhere Nabenhöhe auszeichnen, um höhere Windgeschwindigkeiten in bodenfernen Windschichten zu erschließen, bringt eine Erhöhung der Nabenhöhe im norddeutschen Flachland geringere wirtschaftliche Vorteile, da die Windgeschwindigkeit aufgrund der geringeren Geländerauigkeit weniger stark ansteigt. Die Differenzierung zwischen Stark- und Schwachwindanlagen erfolgt primär über die Parameter Nabenhöhe und spezifische Flächenleistung. Diese beschreibt die je Quadratmeter Rotorkreisfläche verbaute Generatorleistung in Watt pro Quadratmeter. Die Nabenhöhe wird

wiederum hergeleitet, indem für die Starkwindanlage ein Abstand zwischen Rotorblattspitzen und Grund von ca. 50 m bzw. für die Schwachwindanlage ein Wert von ca. 90 m angenommen wird. Nennleistung und Gesamthöhe lassen sich dann aus den getroffenen Annahmen berechnen.

Tabelle 3 zeigt die auf diese Weise hergeleiteten Parameter der Referenzanlagen für 2030.

Tabelle 3: Parameter der Referenzanlage für 2030

	Referenzanlage Schwachwind 2030	Referenzanlage Starkwind 2030
Nennleistung (MW)	5,56	6,41
Rotordurchmesser (m)	165	165
Nabenhöhe (m)	173	132
Spez. Flächenleistung (W/m ²)	260	300
Abstand Rotorblattspitze zum Grund (m)	90,5	49,5
Gesamthöhe (m)	255,5	214,5

2.2.3 Ermittlung der Einschränkungen der Verfügbarkeit der Flächenkulisse

In der Regel unterliegt die ausgewiesene Fläche einer Reihe von Einschränkungen. Erst wenn diese berücksichtigt wurden, erhält man die verfügbare Flächenkulisse. Bei diesen Einschränkungen handelt es sich z. B. um pauschale Siedlungsabstände zur Wohnbebauung (z. B. die 10 H-Regelung in Bayern), die Vorgabe, dass der Rotor innerhalb der Windfläche liegen muss („Rotor-in“ z. B. in Schleswig-Holstein), Höhenbeschränkungen (teilweise in Sachsen und Brandenburg), sowie Pauschalverbote (z. B. das Thüringer Waldgesetz). Methodisch lassen sich solche Einschränkungen in einem Geographischen Informationssystem (GIS) darstellen und führen oftmals zu einer substanziell kleineren Flächenkulisse (s. Abschnitt 4).

2.2.4 Leistungs- und Ertragsermittlung

2.2.4.1 Analyse der Flächeneffizienz

Zur Ermittlung der Flächennutzungseffizienz wurde unter Projektplanern eine Umfrage zu den Abständen zwischen einzelnen Windenergieanlagen bei der Planung neuer Windparks durchgeführt.¹³ Tabelle 4 fasst die vorliegenden Antworten zusammen.

Tabelle 4: Befragungsergebnisse zu den angesetzten Abständen zwischen benachbarten WEA in Abhängigkeit von dem Standort

Projektierer	Standort	Abstand Hauptwindrichtung	Abstand Nebenwindrichtung
Projektierer 1	Flachland (offen)	3 bis 5 RD	2,5 bis 3 RD
Projektierer 1	Flachland (Wald)	3 bis 5 RD	2,5 bis 3 RD

¹³ Bei der Umfrage handelt es sich um dieselbe Umfrage wie in Kapitel 2.3 beschrieben. Es haben 5 Projektierer Angaben zu Abständen zwischen den WEA gemacht.

Projektierer	Standort	Abstand Hauptwindrichtung	Abstand Nebenwindrichtung
Projektierer 1	Mittelgebirge (offen)	3 bis 5 RD	2,5 bis 3 RD
Projektierer 1	Mittelgebirge (Wald)	3 bis 5 RD	2,5 bis 3 RD
Projektierer 2*	Flachland (offen)	4 D	2,5 RD
Projektierer 2*	Flachland (Wald)	4 RD	2,5 RD
Projektierer 2*	Mittelgebirge (offen)	4 RD	2,5 RD
Projektierer 2*	Mittelgebirge (Wald)	4 RD	2,5 RD
Projektierer 3	Flachland (offen)	4 bis 5 RD	3 RD
Projektierer 3	Flachland (Wald)	i.d.R. 5 RD	3 RD
Projektierer 3	Mittelgebirge (offen)	5 RD	3 RD
Projektierer 3	Mittelgebirge (Wald)	5 bis 6 RD	3 RD
Projektierer 4	Flachland (offen)	2,5 RD	2,3 RD
Projektierer 4	Flachland (Wald)	2,7 RD	2,4 RD
Projektierer 4	Mittelgebirge (offen)	nicht beplant	nicht beplant
Projektierer 4	Mittelgebirge (Wald)	nicht beplant	nicht beplant
Projektierer 5	Flachland (offen)	2,3 RD	2,3 RD
Projektierer 5	Flachland (Wald)	2,3 RD	2,3 RD
Projektierer 5	Mittelgebirge (offen)	2,6 RD	2,6 RD
Projektierer 5	Mittelgebirge (Wald)	2,6 RD	2,6 RD

* Ergänzende Anmerkung: Es gibt einen planerischen Vorsorgeabstand. Entscheidend ist aber die Windstatistik und das Windprofil.

Die Befragung zeigt zunächst, dass die in Flächenanalyse I mit 5 Rotordurchmessern in Hauptwindrichtung und 3 Rotordurchmesser (5 RD x 3 RD) in Nebenwindrichtung angesetzten Abstände zwischen den WEA eher als konservative Abschätzung einzuordnen sind. Die genannten Werte aus der Praxis liegen mit wenigen Ausnahmen darunter. Auffällig sind vor allem die von Projektierer 4 und Projektierer 5 genannten sehr niedrigen Werte in Hauptwindrichtung unter 3 Rotordurchmessern.

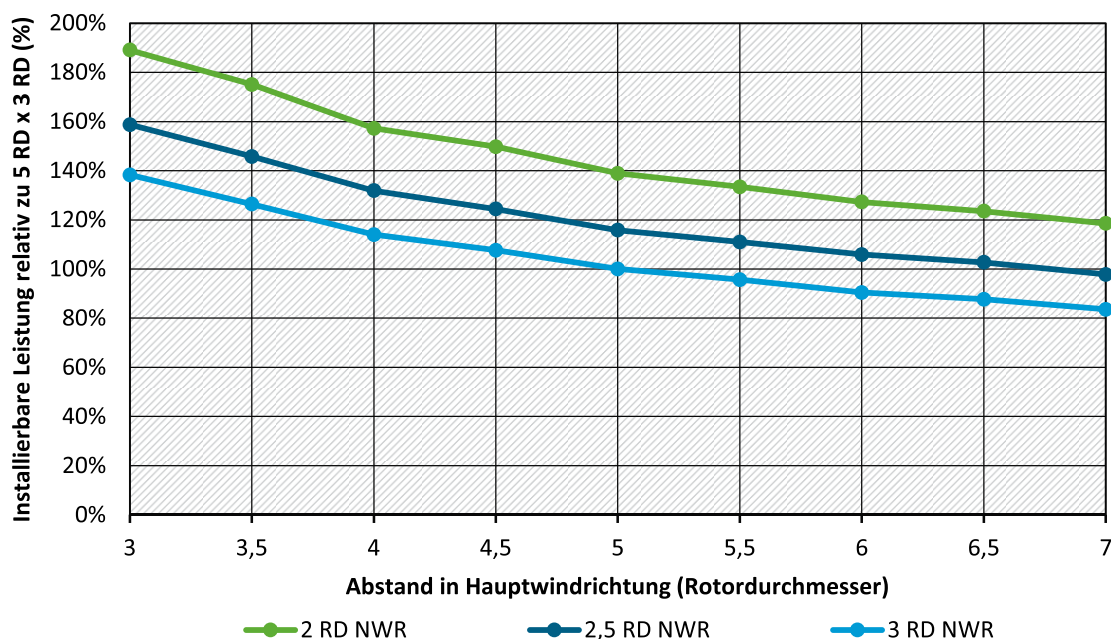
Ein visueller Abgleich ausgewählter, in den letzten Jahren errichteter Windparks weist allerdings auf eher größere Abstände zwischen den einzelnen WEA hin. Bei den untersuchten Windparks mit Inbetriebnahmejahr nach 2017 wurde nur in Ausnahmefällen Abstände von weniger als drei Rotordurchmessern zur nächstgelegenen WEA beobachtet, unabhängig von der Vorrangwindrichtung. Eine tatsächliche Anwendung dieser sehr geringen Abstände in der Praxis erfolgt daher nur in geringem Umfang.

Weiterhin wurden die Projektierer danach befragt, welche weiteren Kriterien die Wahl der Abstände zwischen den WEA beeinflussen. Die Projektierer benennen insbesondere technologische Anforderungen und Restriktionen, die sich aus der Topographie, Standsicherheitsnachweis und Turbulenzgutachten ergeben. Weiterhin können sich Anforderungen aus planerischen Restriktionen, Grundstücksverfügbarkeit und Bestandsanlagen ergeben. Neben spezifischen Anforderungen von Seiten des Militärs, Funk- und Radaranlagen spielen ebenso Fragen der Wirtschaftlichkeit, Abschaltungen sowie der Artenschutz eine Rolle. Schließlich kann auch die Sicherung der Flächen gegenüber Mitbewerbern die Standortwahl und damit die Installationsdichte beeinflussen.

Exemplarisch wurde an den Gebietsausweisungen in Schleswig-Holstein untersucht, wie sich geänderte Abstände zwischen den Windenergieanlagen auf die installierbare Leistung auswirken (Abbildung 4). Es zeigt sich, dass bei einer Reduktion der Abstände in Hauptwindrichtung auf 4 Rotordurchmesser bei gleichbleibend 3 Rotordurchmessern Abstand in Nebenwindrichtung (4 RD x 3 RD) ca. 14 % mehr Leistung gegenüber einer 5 RD x 3 RD-Platzierung auf den Flächen installiert werden kann. Eine zusätzliche Reduktion der Abstände in Nebenwindrichtung auf 2,5 Rotordurchmesser (4 RD x 2,5 RD) ermöglicht die Installation ca. 32 % mehr Leistung.

Für die Analysen wird ein Mindestabstand von fünf Rotordurchmessern in Haupt- und drei Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung zu benachbarten Windenergieanlagen angesetzt (5 RD x 3 RD). Dies stellt einen in der Planung üblichen Richtwert dar, der bereits im Vorgängervorhaben in Flächenanalyse I angewendet wurde. Zwar sind nach Ergebnissen der Projektierer-Befragung auch geringere Abstände möglich, jedoch konnten diese Angaben durch Auswertung von Bestandswindparks nur vereinzelt bestätigt werden – in den überwiegenden Fällen wurden größere Abstände beobachtet. Ebenso kommt im komplexen Gelände sowie an Waldstandorten ein größerer Abstand vor. Letztlich stellt die Bebauungsdichte immer eine wirtschaftliche Abwägung dar, die auch abhängig vom jeweils aktuellen Vergütungsregime ist.

Abbildung 4: Installierbare Leistung in den Vorranggebieten in Schleswig-Holstein („Grüne Wiese“) bei geänderten Abständen zu benachbarten WEA



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

2.2.4.2 Leistungsermittlung

Die Ermittlung der unter den getroffenen Annahmen auf den Flächen installierbaren WEA-Leistung erfolgt mithilfe der am Fraunhofer IEE entwickelten Anlagenplatzierung.¹⁴ Diese ermittelt die maximal auf den Flächen installierbare Anzahl an WEA, die bei Einhaltung elliptischer Mindestabstände zu benachbarten WEA auf den verfügbaren Flächen platziert werden können. Es wird ein Mindestabstand von 5 Rotordurchmessern in Haupt- und 3 Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung angesetzt. Eventuelle Restriktionen der Nutzbarkeit wie Siedlungsabstände, Höhenbeschränkungen etc. werden vor der Anlagenplatzierung vektorbasiert im GIS abgebildet, sodass als Eingangsdaten für die Anlagenplatzierung die verfügbaren Windflächen dienen.

Die Hauptwindrichtung wurde auf Basis von u- und v-Vektoren des COSMO-DE-Modells¹⁵ für ca. 122 m über Grund ermittelt. Hierzu wurden Windleistungszeitreihen für die historischen, meteorologischen Jahre 2007 bis 2015 mithilfe des Windleistungsmodells am Fraunhofer IEE erstellt und anschließend für jede 2,8 x 2,8 km große Wettermodellfläche ausgewertet, in welchem 30°-Windrichtungssektor der höchste Ertrag während dieses Zeitraums auftrat. Im Rahmen der Anlagenplatzierung wurde dann der Mittelwert der Grenzen des Windrichtungssektors als Hauptwindrichtung und somit Längsachse der Abstandsellipse angenommen.

Die zunächst im Vektorformat vorliegenden Flächen werden in eine True-False-Matrix mit 25 m Gitterweite überführt, wobei der Wert „true“ eine Nutzbarkeit der 25 m x 25 m für die Windenergie darstellt, während alle Flächen außerhalb der Windflächen als „false“ markiert sind. Bei Berücksichtigung von Bestandsanlagen werden bereits durch die Windenergie genutzte Flächen ebenfalls als nicht nutzbar („false“) markiert, indem eventuelle „true“-Flächen innerhalb der Abstandsellipsen auf „false“ gesetzt werden.

Die Platzierung erfolgt mit einer Logik, bei der sich für jede vorrangig zugebaute Anlage eine möglichst geringe Zahl an „true“-Flächen innerhalb der Abstandsellipse befindet, wobei der eigentliche Standort der neuen Anlage selbst eine „true“-Fläche sein muss. Alle Flächen innerhalb der Abstandsellipse der neuen Anlage werden anschließend auf „false“ gesetzt. Dieser Vorgang wird so lange wiederholt, bis alle Felder der Matrix auf „false“ gesetzt wurden und somit keine Flächen für einen weiteren Zubau mehr verfügbar sind. Mit diesem Verfahren werden ca. 97 % der maximal auf den Flächen installierbaren Anzahl an WEA ermittelt, verglichen mit einer mathematischen Optimierung, die jedoch deutlich rechen- und damit zeitintensiver ist. Die hier beschriebene Methodik der Anlagenplatzierung stellt eine Weiterentwicklung gegenüber dem im Rahmen der Flächenanalyse I durchgeführten Verfahren dar, welches nur ca. 90 % der maximal auf den Windflächen installierbaren WEA-Anzahl ermittelt hat.

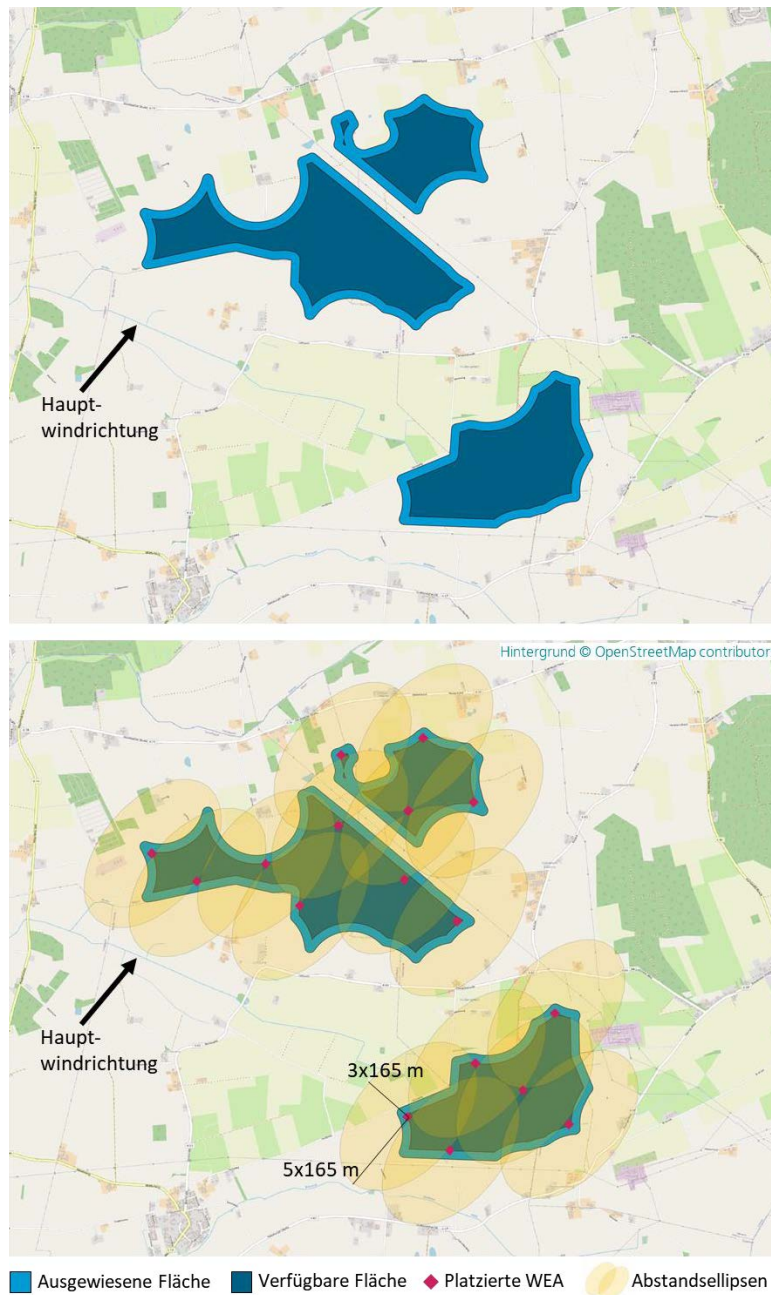
Die auf den Flächen installierbare Leistung errechnet sich aus der Multiplikation der platzierten WEA mit der Nennleistung der WEA. Dabei unterscheidet sich die Leistung der Stark- und Schwachwind-WEA, wobei die Entscheidung, welcher Anlagentyp am jeweiligen

¹⁴ Thiele, J.; Wiehe, J.; Gauglitz, P.; Pape, C. et al. (2021): Konkretisierung von Ansatzpunkten einer naturverträglichen Ausgestaltung der Energiewende, mit Blick auf strategische Stellschrauben. „Naturverträgliche Ausgestaltung der Energiewende“ (EE100-konkret). BfN-Skripten 614.

¹⁵ M. Baldauf, J. Förstner, S. Klink, T. Reinhardt, C. Schraff, A. Seifert und K. Stephan (2016): Kurze Beschreibung des Lokal-Modells Kurzzeitmodell COSMO-DE (LMK) und seiner Datenbanken auf dem Datenserver des DWD.

Standort angenommen wird, von der mittleren Windgeschwindigkeit in 150 m Höhe nach dem Global Wind Atlas abhängt.¹⁶

Abbildung 5: Anlagenplatzierung auf der verfügbaren Fläche



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Abbildung 5 zeigt als Kartendarstellung die Platzierung der WEA (rote Rauten) sowie die jeweiligen Abstandsellipsen für die Flächen nach Abbildung der verfügbaren Fläche. Innerhalb einer Abstandsellipse darf entsprechend immer nur eine WEA stehen.

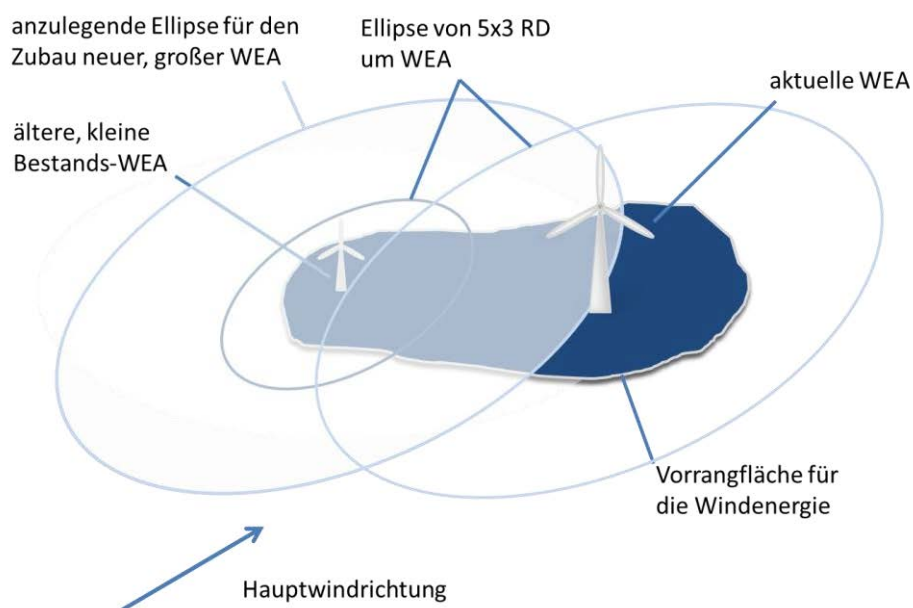
¹⁶ www.globalwindatlas.info

Berücksichtigung von Bestands-Windenergieanlagen bei der Leistungsermittlung

Neben den Analysen für vollständig unbebaute Windflächen („Grüne Wiese“), erfolgt eine Auswertung der freien Fläche durch Berücksichtigung von Bestands- und genehmigten Windenergieanlagen. Dies ermöglicht eine Abschätzung der tatsächlichen Verfügbarkeit von Flächen für den Ausbau der Windenergie.

Aus der Verschneidung der Abstandsellipsen der Bestandsanlagen mit den (verfügbaren) Windflächen ergeben sich die freien, für eine Bebauung zur Verfügung stehenden Flächen. Für die Ermittlung der aktuell verfügbaren Flächen werden sowohl die Bestandsanlagen mit Stand Ende erstes Quartal 2022 als auch die genehmigten WEA bei den Analysen einbezogen (vgl. Abschnitt 2.1.2). Für Betrachtungen für das Jahr 2030 wird hingegen unter der Annahme einer Nutzungsdauer von 20 Jahren zunächst ausgewertet, welche der aktuellen Bestandsanlagen im Betrachtungsjahr 2030 noch in Betrieb sind. Da neu errichtete Anlagen teilweise nur dann an dem angegebenen Standort errichtet werden können, wenn Bestandsanlagen in unmittelbarer Nähe (auch vor Ende der angenommenen Nutzungsdauer) zurückgebaut werden, erfolgt im GIS eine Überprüfung, ob Anlagen zu dicht beisammenstehen. Hierfür werden die genehmigten WEA mit dem 1,5-fachen Rotordurchmesser gepuffert und überprüft, ob Bestandsanlagen innerhalb dieser „Mindestabstandspuffer“ stehen. In diesem Fall werden diese Bestandsanlagen bei den weiteren Analysen nicht berücksichtigt.

Abbildung 6: Ermittlung der freien Fläche für einen Zubau moderner Windenergieanlagen



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Zur Ermittlung der für einen Zubau freien Flächen, werden anschließend Abstandsellipsen mit fünf Rotordurchmessern in Haupt- und drei Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung um die Standorte der Anlagen gelegt (Abbildung 6), wobei jeweils der höhere Wert des Rotordurchmessers aus Vergleich der Bestandsanlage und der Referenzanlage (165 m) gewählt wird (meist ist die Zubau-WEA ausschlaggebend). Die Abstandsellipsen werden anschließend mit den verfügbaren Flächen verschneidet. Die nicht mit den Abstandsellipsen überlappenden Flächen stellen die freien, für eine Bebauung mit modernen WEA verfügbaren Flächen dar. Anschließend erfolgt die Ermittlung der auf den freien Flächen platzierbaren Anlagenzahl

mithilfe der Anlagenplatzierung sowie die Leistungsermittlung nach Zuweisung der standortspezifischen Nennleistung der Anlage.

Mit dem beschriebenen Verfahren lässt sich abschätzen, welche Windleistung für die Betrachtung der Szenariojahre 2021 und 2030 auf der Flächenkulisse erreicht werden kann.

2.2.4.3 Ertragsermittlung

Die Abschätzung der erzielbaren Windenergieerträge erfolgt mithilfe des WEA-Zeitreihenmodells des Fraunhofer IEE. Dieses Modell generiert stündliche Erzeugungsdaten anhand von Angaben zu Standort, Nabenhöhe und spezifischer Flächenleistung der zu modellierenden WEA. Aus der spezifischen Flächenleistung wird durch Interpolation zwischen bekannten WEA-Kennlinien eine generische Kennlinie erzeugt, die zur Korrektur der räumlichen und zeitlichen Glättung mit einer Gauß-Kurve gefaltet wird und anschließend mit den Windgeschwindigkeiten des Wettermodells multipliziert wird.¹⁷ Als Windgeschwindigkeiten werden die stündlichen, räumlich 6 x 6 km aufgelösten Zeitreihen des REA6-Modells des Deutschen Wetterdienstes verwendet. Die Windgeschwindigkeit auf Nabenhöhe wird durch logarithmische Höheninterpolation flankierender Höhenlevel bestimmt. Zur Abbildung von Verschattungseffekten durch benachbarte WEA wird abschließend ein Korrekturfaktor angewendet, wodurch die Erzeugungsleistung je nach Windgeschwindigkeit unterschiedlich stark reduziert werden kann (vgl. `windpowerlib`¹⁸, `dena_extreme2`).

Die Zeitreihenerstellung erfolgt normiert für die meteorologischen Jahre 2006 bis 2012 mit anschließender Berechnung der durchschnittlichen Volllaststunden. Während die Berechnung für die Bestandsanlagen für jede einzelne Anlage erfolgt, werden für die platzierten WEA zunächst für alle je 36 km² großen Wettermodellflächen Erträge für Stark- und Schwachwind-WEA bestimmt und im Anschluss an die Anlagenplatzierung den Anlagen zugeordnet.

Trotz einer Parametrierung auf bekannte Ertragsdaten überschätzt das Windmodell die Erträge nach Einschätzung der Autoren noch immer um ca. 10 %. Gründe hierfür könnten sein, dass Verluste durch den Anschluss zum Netzknoten nicht abgebildet sind. Ebenso wurden für die Parametrierung neuere WEA verwendet, während im Modell keine Alterung der Turbinen modelliert wird. Bei der Ergebnisausweisung und für die Bedarfsanalyse (vgl. Abschnitte 2.4 und 8) wird daher ein zusätzlicher pauschaler Abschlag in Höhe von 10 % angesetzt.

2.3 Ermittlung der Einschränkungen der Nutzbarkeit der Flächenkulisse

Die Einschränkungen der Nutzbarkeit der Flächenkulisse wird in zwei unterschiedlichen Ansätzen ermittelt.

Für bis 2015 ausgewiesene Windflächen wird eine GIS-Analyse zur Identifizierung von unbebauten Flächen durchgeführt. Zugrunde liegt die Annahme, dass unbebaute Flächen oder unbebaute Teilflächen mit Ausweisung vor 2015 ein Hemmnis zur Nutzung für die Windenergie aufweisen, da sie ansonsten bis heute bebaut worden wären.

Für zwischen 2016 und 2020 ausgewiesene Windflächen der Regional- und Bauleitplanung wurde im ersten Halbjahr 2021 eine schriftliche Umfrage bei Projektierern durchgeführt, um die Nutzbarkeit zu erfassen. Im Rahmen der Umfrage konnten Projektierer ebenfalls eine

¹⁷ Norgaard P.; Holttinen H. (2004): A Multi-Turbine Power Curve Approach. Proceedings of Nordic Wind Power Conference, Gothenburg, 1-2 March 2004, pp. 1-5

¹⁸ https://windpowerlib.readthedocs.io/en/stable/model_description.html#wake-losses

Einschätzung für die zukünftig ausgewiesenen Flächen ab 2021 abgeben.¹⁹ Die Auswertung der Umfrage erfolgte quantitativ basierend auf tatsächlichen Einschränkungen für zwischen 2016 und 2020 ausgewiesene Flächen und weitgehend qualitativ für Entwurfsflächen. Von 22 angefragten Projektierern haben zehn an der Umfrage teilgenommen.

Projektierer wurden gebeten Angaben zu einzelnen Projekten zu machen bei denen die Umsetzung durch ein Hemmnis geprägt war. Hierbei konnten Informationen zu 166 Einzelflächen abgefragt werden. Je Projekt konnten entweder die Koordinaten des Standorts oder die jeweilige Regionalplanungsregion bzw. Gemeinde und die im jeweiligen Plan genutzte Flächen-ID angegeben werden. Ferner wurden Informationen zur Nutzbarkeit und zu den spezifischen Hemmnissen abgefragt. Eine Liste der verfügbaren Hemmnisse, gegliedert in die Kategorien wirtschaftlich, privatrechtlich und genehmigungsrechtlich ist in Tabelle 5 dargestellt. Diese Liste wurde im Vorfeld der Umfrage mit dem UBA und dem BMWK sowie zwei Projektierern abgestimmt.

Eine Fläche gilt in der Umfrage als vollständig nutzbar, wenn die in der Praxis üblicherweise für die jeweilige Fläche planbare Anlagenanzahl realisiert werden kann. In der Praxis unterscheidet sich je nach Standortbedingungen die Flächeneffizienz, d. h. der Flächenbedarf je Anlage für die jeweilige Windfläche. Stehen der realistischen Planung für die jeweilige Windfläche Hemmnisse gegenüber, die zu einer Reduzierung dieser Anlagenanzahl führen, gilt die Nutzbarkeit als eingeschränkt.

Die Projektierer wurden weiterhin gebeten, ihr Projektvolumen für die zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen anzugeben. Basierend auf der Nutzbarkeit der angegebenen Flächen und dem gesamten projektierten Volumen wird die Nutzbarkeit der Flächen je Bundesland ermittelt. Das durch die Umfrage erfasste Gesamtprojektvolumen beträgt 9,7 GW.

Tabelle 5: Hemmnisse zur Nutzung von Windflächen

Wirtschaftlich	Privatrechtlich	Genehmigungsrechtlich
Windhöffigkeit	Fehlender Flächenzugriff	Artenschutz - Vögel
Höhenbegrenzung	Fehlende Wege- oder Leitungsrechte / Erschließung	Artenschutz - Fledermäuse
Netzanschlusskosten		Artenschutz - Sonstiges
Waldstandorte		Naturschutz - Landschaftsschutzgebiet
Sonstiges		Naturschutz - FFH Gebiete
		Naturschutz - Naturpark
		Naturschutz - Sonstiges
		Trinkwasserschutz
		Zivile Luftsicherungsradare

¹⁹ Die Umfrage fand im ersten Halbjahr 2021 statt und somit galten alle Flächen mit Ausweisung in 2021 als „zukünftige“ Flächen. Im späteren Projektverlauf wurde das Vorhaben jedoch verlängert und die Datenbasis auf Ende 2021 aktualisiert. Es ist jedoch davon auszugehen, dass sich die Einschätzung der Projektierer nicht grundlegend geändert hat und daher weiterhin eine valide Aussage zur zukünftige Flächenausweisung darstellt.

Wirtschaftlich	Privatrechtlich	Genehmigungsrechtlich
		Drehfunkfeuer
		Militärische Radaranlagen
		Militärische Tiefflugstrecken
		Wetterradar
		Erdbebenmessstationen
		Denkmalschutz
		Lärmschutz

Quelle: Guidehouse

2.4 Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs

Zur Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs wurden Zielszenarien für verschiedene Jahre, von 2030 bis 2045 festgelegt, welche sich an den aktuellen Zielen des EEG 2023 orientieren. So sollen bis 2030 115 GW, bis 2035 157 GW und bis 2040 160 GW installiert werden sowie auch nach 2040 auf dem Niveau von 160 GW erhalten bleiben.

Um für die Zielszenarien den notwendigen Flächenbedarf zu ermitteln, wird auf die Erkenntnisse der Analyse zur Ertragseffizienz der Flächenkulisse zurückgegriffen. Die angesetzte Ertragseffizienz setzt das ermittelte Ertragspotenzial in GWh auf vollständig freier Fläche („Grüne Wiese“) ins Verhältnis zur Flächenkulisse 2030 in km². Die Ertragseffizienz wird demnach beeinflusst durch die installierbare Leistung in Abhängigkeit der Flächengröße und -form sowie den auf der Flächenkulisse 2030 erzielbaren Volllaststunden in Abhängigkeit der Windbedingungen. Die Ertragseffizienz wird je Bundesland ermittelt und im Basisfall eine Gleichverteilung der Zielmengen auf die Bundesländer untersucht, d. h. jedes Bundesland trägt denselben Anteil an der Landesfläche bei.

Darüber hinaus wurden die folgenden Annahmen getroffen:

- ▶ Angabe des Flächenbedarfs als Rotor-out-Ziel, d. h. der Rotor darf über die Flächen hinausragen (andernfalls läge der Flächenbedarf erheblich höher (vgl. Kapitel 4),
- ▶ Berücksichtigung der Nicht-Nutzbarkeit eines Teils der Flächen (vgl. Kapitel 5),
- ▶ Heranziehen der definierten Referenzanlage (vgl. Abschnitt 2.2.2).

2.4.1 Zusätzlicher Flächenbedarf bei Annahme vollständig freier Flächen („Grüne Wiese“)

Unter der Annahme, dass die Fläche vollständig neu bebaut werden kann („Grüne Wiese“) wird die gesamte Flächenkulisse mit Referenzanlagen bebaut. Dies kann kontraintuitiverweise jedoch zu einem höheren Flächenbedarf gegenüber der Analyse unter Berücksichtigung von Bestandsanlagen führen, da sich Bestandsanlagen außerhalb der Flächenkulisse reduzierend auf den Flächenbedarf auswirken. Die geringere Ertragseffizienz der Bestandsanlagen innerhalb der Flächenkulisse wirkt sich jedoch erhöhend aus.

2.4.2 Zusätzlicher Flächenbedarf unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen

Weiterhin erfolgt eine Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs über die im Zieljahr von Bestandsanlagen belegten Flächen hinaus für 2030 und 2035. Dies bedeutet, dass der

zusätzliche Flächenbedarf die Fläche abbildet, die benötigt wird, um den bis 2030 bzw. 2035 notwendigen Zubau der Windenergie an Land zu ermöglichen. Das Ertragsziel wird bereits z. T. durch Bestandsanlagen gedeckt ($\text{Energieziel} - \text{Energieertrag Bestand} = \text{zus. Energiebedarf}$). Dem fehlenden zusätzlichen Energiebedarf wird entsprechend der Analyse bei vollständig freier Fläche ein Flächenbedarf zugeordnet. Der Flächenbedarf insgesamt kann jedoch nicht ermittelt werden, da für die Bestandsanlagen außerhalb der Windflächen keine Informationen zur Flächenkulisse vorliegen.

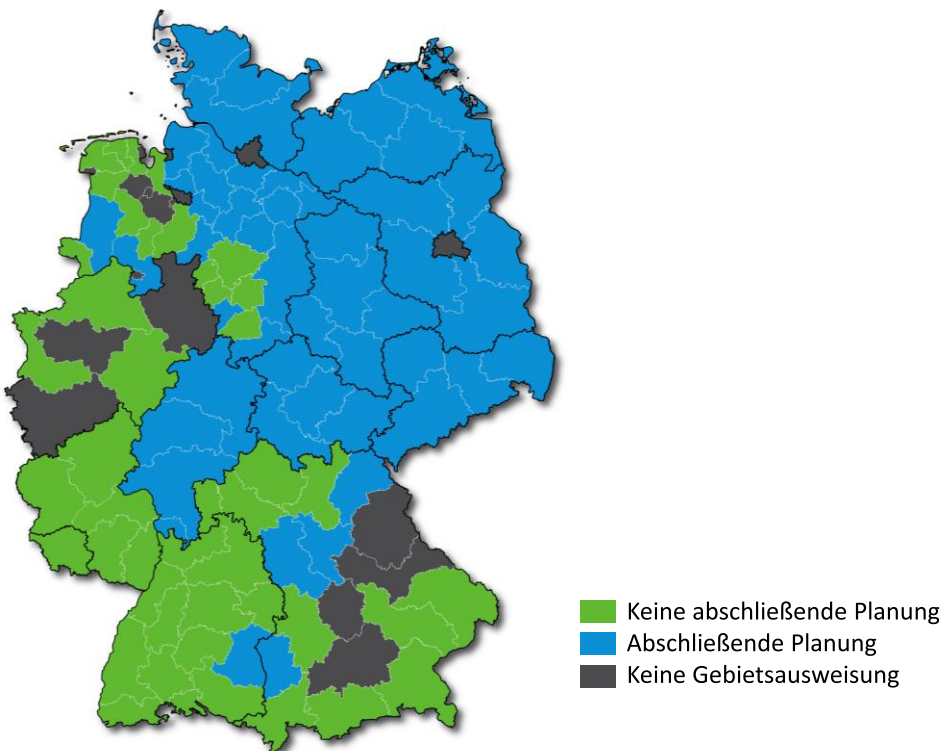
3 Datenbeschaffung und Aufbereitung

Ziel der Datenrecherche ist die Erstellung eines möglichst vollständigen Datensatzes der ausgewiesenen Flächen für die Windenergienutzung auf Regional- als auch Bauleitplanebene. Diese dienen zusammen mit den georeferenzierten Bestandsanlagen als Grundlage für die nachfolgenden Analysen zur Flächenverfügbarkeit.

3.1 Flächenausweisung Regionalplanung

Abbildung 7 zeigt, welche Bundesländer bzw. Regionen abschließend und welche Regionen nicht abschließend planen. Grundsätzlich gilt, dass nur Bayern, Baden-Württemberg, Rheinland-Pfalz, das Saarland, Nordrhein-Westfalen sowie Niedersachsen in Teilen nicht abschließend planen.

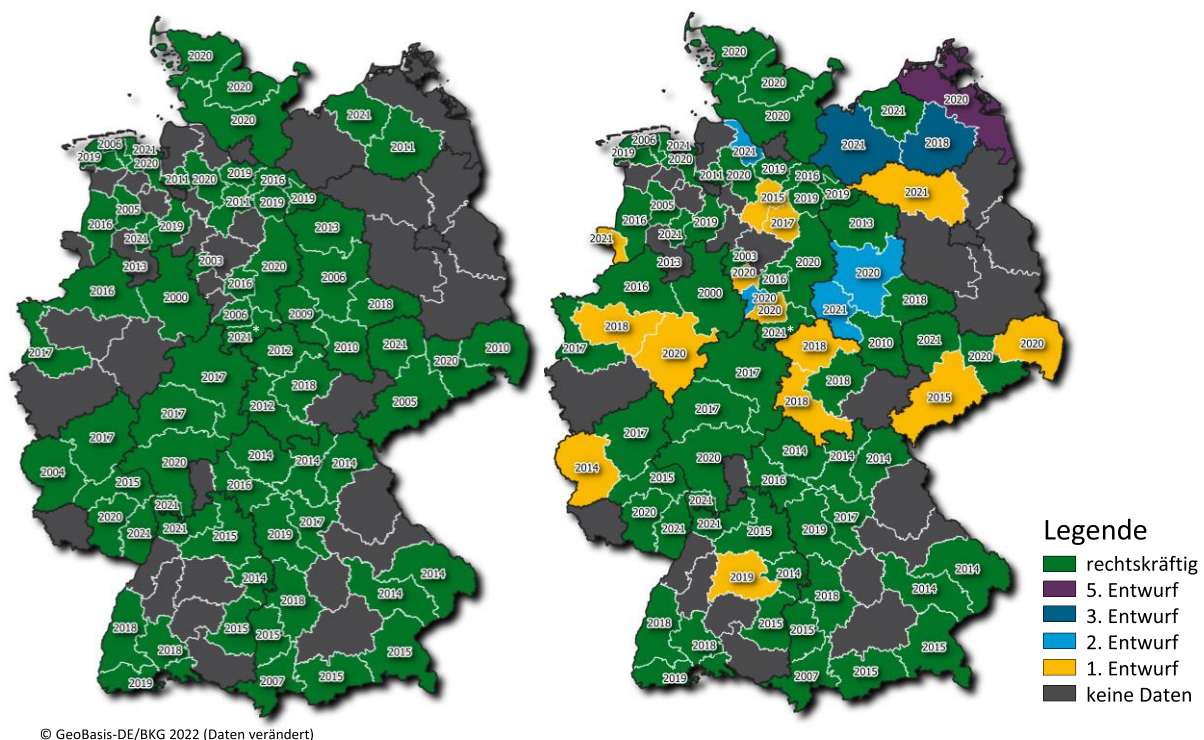
Abbildung 7: Kartendarstellung der Steuerung auf Regionalplanungsebene



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Weiterhin sind in Abbildung 8 die für die Analysen berücksichtigten Stände der Gebietsausweisungen dargestellt. Für die Analysen für 2021 wurden ausschließlich rechtskräftige Pläne (Abbildung 8, links) berücksichtigt, während für die Abbildung der zukünftigen Flächenkulisse (Szenariojahr 2030) im Aufstellungsprozess befindliche Pläne einbezogen wurden. Dabei ersetzen im Zieljahr 2030 eventuelle Planentwürfe die rechtskräftigen Pläne dieser Regionen (Abbildung 8, rechts).

Abbildung 8: Ausweisungsjahr und Planstände der Regionalpläne für die Betrachtung 2021 (links) und 2030 (rechts)



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

3.2 Flächenausweisung Bauleitplanung

Im Vergleich zum Vorgängervorhaben Flächenanalyse I sollen im Rahmen dieses Vorhabens auch die Flächenausweisungen aus der Bauleitplanung möglichst vollständig erfasst werden, um zusammen mit den Daten aus der Regionalplanung das deutschlandweite Potenzial bzw. den eventuellen Mangel an Flächen für die Windenergienutzung verlässlicher bewerten zu können. Nachfolgend wird die Datenerfassung für die Ausweisungen auf Bauleitplanebene für die relevanten Bundesländer zusammengefasst.

Baden-Württemberg: Die Daten der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene für Baden-Württemberg wurden im Rahmen der Meldungen in 2022 zum EEG Bund-Länder-Kooperationsausschuss bereitgestellt und konnten ebenfalls für dieses Vorhaben verwendet werden. Bei den beplanten Gebietsausweisungen ist zu beachten, dass gegenüber 2021 nur noch Entwurfsflächen gemeldet wurden, die im Verfahren mindestens in der förmlichen Öffentlichkeitsbeteiligung nach § 3 Abs. 2 BauGB waren. Im Gegensatz dazu wurden bei der Meldung aus 2021 auch Entwurfsflächen erfasst, über die beispielsweise nur ein Aufstellungsbeschluss gefasst wurde.

Bayern: Die verwendeten Daten basieren primär auf den Meldungen des Bundeslandes in 2022 im Rahmen des EEG Bund-Länder-Kooperationsausschusses. Hier erfolgten Meldungen zahlreicher Kommunen, wobei das Format der Meldungen deutlich von der Vorlage abwich. Aufgrund der hohen Anzahl an übermittelten Dateien und Formatierungen konnten zwar die Geometrien aller Flächen, differenziert nach "wirksam" und "geplant", für die Analysen verwendet werden, jedoch konnten die teilweise bereitgestellten Metadaten nicht berücksichtigt werden, sodass für die Analysen keine Informationen zum Ausweisungsjahr berücksichtigt werden konnten.

Niedersachsen: Für Niedersachsen wurde 2020 eine Studie zum Repowering durch die Deutsche WindGuard in Zusammenarbeit mit der plan-GIS GmbH durchgeführt²⁰. Im Rahmen dieser Studie wurden die Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene zusammengetragen und konnten für dieses Vorhaben bereitgestellt werden. Die Daten umfassen auch Informationen zu eventuellen Höhenbeschränkungen, die entsprechend bei den weiteren Analysen berücksichtigt wurden. Von den insgesamt 260 Kommunen in denen auf Ebene der Regionalen Raumordnungsprogramme (RROP) keine abschließende Planung erfolgt, liegen für 210 Kommunen digitale Datensätze vor, während die Ausweisungen für 17 Kommunen nicht vorliegen und in 33 Kommunen keine Gebietsausweisung auf Ebene der Bauleitplanung erfolgt. Vereinzelt weitere Datensätze wurden zusätzlich durch direktes Anschreiben der Planungsträger recherchiert. In Summe umfassen die vorliegenden Daten eine Fläche von 242,7 km², während das Land im Bericht des EEG Bund-Länder-Kooperationsausschusses 2021 eine Fläche von 350,6 km² gemeldet hat, allerdings ohne Bereitstellung der Geodaten. Sofern die Meldungen des Landes korrekt sind, ergibt sich für dieses Vorhaben eine Datenlücke von 107,9 km².

Nordrhein-Westfalen: Es lagen keine Meldungen im Rahmen der Kooperationsausschuss-Abfrage 2022 vor, die für die Studie hätten verwendet werden können. Daten der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene für die Regionen Köln und Ruhr konnten zentral bereitgestellt werden. Im Gegensatz dazu erfolgte die Abfrage für die Regionen Münster, Arnsberg und Düsseldorf durch einzelne Anschreiben an die 297 Gemeinden. Die benötigten Informationen wurden durch etwa 60 bis 70 % Prozent der angefragten Gemeinden bereitgestellt, wobei häufig nur pdf-Dateien der Flächenausweisungen bereitgestellt wurden. Diese wurden insbesondere dann, wenn mehr als nur vereinzelt Flächen ausgewiesen wurden, georeferenziert und in den Analysen berücksichtigt. Zusätzlich erfolgten Anfragen auf Kreisebene, wodurch teilweise wertvolle Ergänzungen bereitgestellt und einzelne Datenlücken geschlossen werden konnten. Häufig sind die Metadaten jedoch lückenhaft und Informationen zum Jahr, in dem die Gebietsausweisungen rechtskräftig wurden, fehlen. Die recherchierten Geodaten umfassen in Summe eine Fläche von 278,7 km². Im Gegensatz dazu wurden im Rahmen des Länderberichts im Rahmen des EEG Bund-Länder-Kooperationsausschusses 2021 aufgrund fehlender belastbarer Daten keine Angaben gemacht.

Rheinland-Pfalz: Die verwendeten Daten basieren auf Meldungen des Bundeslandes in 2022 im Rahmen des EEG Bund-Länder-Kooperationsausschusses. Anhand der guten Metadaten konnten alle relevanten Aspekte einschließlich eventueller Höhenbeschränkungen für die nachfolgenden Analysen berücksichtigt werden.

Saarland: Die auf Anfrage bereitgestellten Daten sind identisch mit den Meldungen in 2022 zur Abfrage des EEG Bund-Länder-Kooperationsausschusses. Diese umfassen alle relevanten Informationen bis auf Angaben zu eventuellen Höhenbeschränkungen.

Zusammenfassend ist festzustellen, dass die teilweise sehr aufwendige Datenrecherche in Kombination mit den Meldungen an den EEG Bund-Länder-Kooperationsausschuss zu einem guten Gesamtergebnis geführt haben. In zahlreichen Bundesländern stellen die Meldungen an den Kooperationsausschuss die beste und aktuellste Datengrundlage dar. In Niedersachsen konnte hingegen bereits auf für ein Forschungsvorhaben erfolgte Recherchen zurückgegriffen werden, während im Fall von Nordrhein-Westfalen eigene Anfragen erfolgten. Die Datenbasis in Bayern erscheint zumindest in Bezug auf die Metadaten noch lückenhaft. Nach einer

²⁰ Deutsche WindGuard; plan-GIS (2020): Repoweringpotenzial in Niedersachsen. Verfügbar unter: https://www.windguard.de/veroeffentlichungen.html?file=files/cto_layout/img/unternehmen/veroeffentlichungen/2020/Repoweringpotenzial_in_Niedersachsen_2020.pdf

überschlagsweisen Abschätzung dürften ca. 80 bis 90 % der aktuellen Gebietsausweisungen erfasst und in den Analysen berücksichtigt worden sein. Da jedoch häufig Metadaten fehlen oder unvollständig sind, sind Betrachtungen über die Analyse der ausgewiesenen Flächen hinaus häufig nur eingeschränkt möglich (vgl. Abschnitt 6.3.1).

3.3 Flächen ohne Konzentrationsplanungen

In Regionen ohne abschließende Planung besteht entsprechend der Privilegierung der Windenergie (§ 35 BauGB) grundsätzlich die Möglichkeit, im Außenbereich auch außerhalb von dezidierten Gebietsausweisungen Windenergieanlagen zu errichten, sofern nicht öffentliche Belange dagegenstehen.

Grundsätzlich ist eine Errichtung von WEA auf Basis von § 35 BauGB nur in Regionen mit nicht-abschließender Planung bzw. ohne Gebietsausweisungen möglich. In Bezug auf die Regionalplanebene entspricht dies den grauen und grünen Planungsregionen in Abbildung 7. Da aufgrund der unvollständigen Datenlage und ungenügender Metainformationen für die Bauleitplanebene nicht flächendeckend bekannt ist, ob auf Ebene der Bauleitplanung eine abschließende Planung erfolgt, lässt sich kaum abschätzen, welche Bedeutung nach § 35 BauGB errichtete WEA am gesamten Ausbau haben. Generell ließe sich auswerten, welche Anlagen außerhalb von gültigen Gebietsausweisungen errichtet wurden, jedoch müssten hierfür die Gebietsausweisungen möglichst vollständig in ihrer zeitlichen Abfolge vorliegen. Nur dann ließe sich ermitteln, welche Anlagen auf Basis der Privilegierung der Windenergie im Außenbereich errichtet wurden.

Aufgrund der Datenlage ist es sehr schwierig, die Relevanz des Zubaus von WEA auf Basis der Privilegierung der Windenergie im Außenbereich in Bezug auf die energiepolitischen Ausbaupfade abzuschätzen. Als vereinfachte Auswertung wurde für die Bundesländer mit aktueller und vollständiger Flächenkulisse (Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Saarland) ausgewertet, welcher Anteil der ab 2019 errichteten oder bis Ende März 2022 genehmigten Windenergieanlagen außerhalb der vorliegenden Gebietsausweisungen errichtet bzw. genehmigt wurden.

Tabelle 6: Windenergieanlagen in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und Saarland inner- und außerhalb der Gebietsausweisungen

	Rheinland-Pfalz: WEA innerhalb Windfläche	Rheinland-Pfalz: WEA außerhalb Windfläche	Baden-Württemberg: WEA innerhalb Windfläche	Baden-Württemberg: WEA außerhalb Windfläche	Saarland: WEA innerhalb Windfläche	Saarland: WEA außerhalb Windfläche
2019	31	8	3	3	2	1
2020	19	8	9	6	8	1
2021	10	3	21	7	2	0
2022	2	0	0	3	0	0
genehmigte WEA	55	26	34	16	5	5

Die Auswertung zeigt, dass in den drei untersuchten Bundesländern insgesamt 87 Windenergieanlagen in den Jahren 2019 bis März 2022 außerhalb ausgewiesener Flächen errichtet oder genehmigt wurden. Der Anteil des erfolgten Ausbaus bzw. der genehmigten WEA unter Ausnutzung der Privilegierung der Windenergie außerhalb der ausgewiesenen Gebiete für die Windenergienutzung errichtet bzw. geplant wurden liegt bei durchschnittlich ca. 30 %. Dabei liegt dieser Anteil in den drei untersuchten Bundesländern im betrachteten Zeitraum mit 28 % in Rheinland-Pfalz, 34 % in Baden-Württemberg und 29 % im Saarland auf vergleichbarem Niveau.

Aufgrund des allgemein geringen Zubaus in den betrachteten Ländern in diesem Zeitraum kann die Analyse jedoch nur eine Annäherung an die Frage der Bedeutung eines Zubaus nach § 35 darstellen. Einerseits müssten die Gebietsausweisungen im zeitlichen Verlauf betrachtet werden – WEA, die in 2019 errichtet wurden, haben das Genehmigungsverfahren vermutlich bereits 2016 oder 2017 durchlaufen, während zu diesem Zeitpunkt eventuell andere Flächen ausgewiesen waren. Andererseits müssten für eine verlässliche Bewertung die Standorte der WEA noch einmal detailliert validiert werden, da fehlerhafte WEA-Standorte mit hoher Wahrscheinlichkeit auf Geokoordinaten außerhalb von Gebietsausweisungen verweisen. Daher stellen die ermittelten Werte eine Überschätzung des erfolgten Ausbaus unter Ausnutzung der Privilegierung der Windenergie dar.

3.4 Anlagenstammdaten

Neben den Flächen für die Windenergienutzung ist für die Analysen ein möglichst vollständiger Datensatz der Windenergieanlagen im Bestand erforderlich. Da das Marktstammdatenregister noch immer keine ausreichende Qualität und Vollständigkeit aufweist, wurde für das Vorhaben ein eigener Datensatz der Anlagen erstellt.

Für das Vorgängervorhaben Flächenanalyse I wurde bereits ein Datensatz auf Basis einer Veröffentlichung des Umweltforschungszentrums Leipzig²¹, von Daten aus dem Anlagenregister sowie eigener Recherche zusammengestellt.²² Hier wurden jedoch lediglich die bis Ende 2017 errichteten Anlagen abgebildet.

Für die geplanten Analysen wurde der Datensatz des ersten Vorhabens mit Daten aus dem Marktstammdatenregister zusammengeführt. Hierfür wurde eine Routine entwickelt, mit deren Hilfe sich die Anlagendaten in der GIS-Datenbank zusammenführen lassen, wobei doppelte Anlagen eliminiert werden, ebenso wie Anlagen, die in unmittelbarer räumlicher Nähe zueinander stehen. Der Vorteil dieser Routine besteht darin, dass beliebige weitere Datensätze hinzugefügt werden können. Anschließend wurde der Bestandsdatensatz mit weiteren, durch die Bundesländer veröffentlichten Datensätzen zusammengeführt. Für alle Bundesländer mit Ausnahme von Sachsen-Anhalt konnten Datensätze des WEA-Bestands auf Bundeslandebene ermittelt und mit dem ursprünglichen Datensatz zusammengeführt werden.

Mithilfe der beschriebenen Methode und den verfügbaren Daten konnte ein qualitativ guter, weitgehend vollständiger Datensatz der Bestandsanlagen zum Stichtag Ende 2020 erstellt

²¹ Eichhorn, M.; Scheftelowitz, M.; Reichmuth, M.; et al. (2019): Spatial distribution of wind turbines, photovoltaic field systems, bioenergy, and river hydro power plants in Germany. Data, Volume 4, Issue 1

²² Guidehouse (ehemals Navigant) und Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Verfügbar unter: <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>

werden. Anschließend wurde der so zusammengestellte Datensatz mithilfe einer KI-gestützten Objekterkennung anhand von Orthophotos auf bereits zurückgebaute, aber als solches nicht registrierte WEA überprüft. Dies erfolgte parallel zu einer visuellen Prüfung, wobei nur dann Anlagen aus dem Datensatz entfernt wurden, wenn sowohl Künstliche Intelligenz als auch der visuelle Abgleich keine WEA an dem angegebenen Standort identifizieren konnte.

Da im weiteren Projektverlauf der Stichtag für die Abbildung des Anlagenbestands sowie der Flächenkulisse auf Ende 2021 festgelegt wurde, wurde dieser Datensatz schließlich erneut um neu errichtete WEA ergänzt. Hierfür wurde ein durch die FA-Wind gepflegter und dem Projekt zur Verfügung gestellter Datensatz auf Basis des Marktstammdatenregisters nach Inbetriebnahmedatum sowie nach der geografischen Lage innerhalb Deutschlands gefiltert und mit dem ursprünglichen Datensatz zusammengeführt.

Der ebenfalls durch die FA-Wind bereitgestellte, auf dem Marktstammdatenregister basierende Datensatz der genehmigten WEA mit Stand 05.04.2022 wurde lediglich nach deren Lage in Deutschland gefiltert, ansonsten aber unverändert für die Analysen verwendet. Der Datensatz umfasst 1.844 WEA mit einer Leistung von 8.356 MW.

Tabelle 7 zeigt Anzahl und Leistung der bei den Analysen mit Bestandsberücksichtigung berücksichtigten WEA. Hierbei handelt es sich um eine Zusammenführung von Bestandsanlagen und genehmigten Anlagen. Beim Zusammenführen beider Datensätze wurden Bestandsanlagen, die weniger als 1,5 Rotordurchmesser Abstand zu genehmigten WEA einhielten, nicht übernommen, da davon ausgegangen wurde, dass ein Rückbau dieser Anlagen erforderlich ist, um die Errichtung der benachbarten, bereits genehmigten WEA zu ermöglichen. Für die Abbildung des Anlagenbestands für das Szenariojahr 2030 wurde der Datensatz um Anlagen bereinigt, die Ende des Jahres 2030 bereits 20 Jahre in Betrieb waren (Ausnahme: Sonderbetrachtung 25 Jahre Nutzungsdauer).

Tabelle 7: Anzahl und Leistung der Bestandsanlagen einschließlich Genehmigungen

Land	Anzahl Q1 2022	Leistung Q1 2022	Anzahl 2030	Leistung 2030
Brandenburg	4.169	8.970,0	1.719	5.151,1
Berlin	7	18,9	6	16,9
Baden-Württemberg	826	1.943,0	492	1.508,2
Bayern	1.174	2.682,4	848	2.252,6
Hansestadt Bremen	90	195,9	39	111,4
Hessen	1.280	2.943,2	817	2.472,6
Hansestadt Hamburg	64	116,8	35	87,4
Mecklenburg-Vorpommern	1.881	3.842,1	885	2.587,4
Niedersachsen	6.436	13.047,4	3.529	9.011,2
Nordrhein-Westfalen	3.865	7.778,1	1.806	5.420,6
Rheinland-Pfalz	1.836	4.144,4	1.037	2.994,5
Schleswig-Holstein	3.334	8.688,6	2.214	7.039,1

Land	Anzahl Q1 2022	Leistung Q1 2022	Anzahl 2030	Leistung 2030
Saarland	220	543,3	173	474,0
Sachsen	891	1.350,3	186	500,7
Sachsen-Anhalt	2.814	5.460,1	848	2.417,6
Thüringen	880	1.889,9	430	1.286,0
Deutschland	29.767	63.614,6	15.064	43.331,2

4 Einschränkungen der Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse

4.1 Mindestabstände zur Wohnbebauung

Ein wesentlicher Faktor, der einschränkend auf die zur Verfügung stehende Flächenkulisse wirkt, sind Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung. Mindestabstände zu Wohnbebauung werden auf verschiedenen planerischen und gesetzgeberischen Ebenen festgelegt. Neben pauschalen gesetzgeberischen Vorgaben auf Grundlage des (noch)²³ aktuellen²⁴ sowie des ursprünglichen²⁵ § 249 Abs. 3 BauGB und pauschalen planerischen Regelungen der jeweiligen Landesentwicklungsplanung oder auch Regionalplanung und Flächennutzungsplanung für Konzentrationszonenplanungen²⁶ sind hier auch diejenigen individuellen Vorgaben zu nennen, die etwa aus dem bauplanungsrechtlichen Verbot einer optisch-bedrängenden Wirkung resultieren oder aber aus den Lärmgrenzwerten des Immissionsschutzrechts, namentlich der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm²⁷, folgen. Sie führen zu unterschiedlich großen Abständen. Auswirkung auf die Flächenkulisse für die Windenergie hat die im jeweiligen Fall weitreichendste Regelung. Sie überlagert andere, ebenfalls geltende Anforderungen, die sich im konkreten Fall dann aber nicht auf die konkrete Flächenkulisse auswirken.

Nachfolgend werden die verschiedenen Mindestabstände zur Wohnbebauung in ihrer Bedeutung als Einschränkungen der Flächenkulisse für die Windenergie dargestellt und diskutiert. Der Fokus liegt dabei auf den landesrechtlichen Ausgestaltungen auf Basis der Länderöffnungsklausel gem. § 249 Abs. 3 BauGB in ihrer Fassung aus dem Jahr 2020. Der aktuelle Reformprozess und die durch das Wind-an-Land-Gesetz (WaLG)²⁸ für die Zukunft herbeigeführten Veränderungen werden in einem Ausblick näher betrachtet (siehe Abschnitt 4.1.4).

Nachdem von der ursprünglichen Länderöffnungsklausel allein Bayern mit Erlass der sog. 10 H-Regelung Gebrauch gemacht hatte, haben auf Grundlage der Länderöffnungsklausel in der bis zum Inkrafttreten des Wind-an-Land-Gesetzes gültigen Fassung aus dem Jahr 2020 zunächst Nordrhein-Westfalen²⁹ und nunmehr auch Brandenburg³⁰ und Sachsen³¹ landesrechtliche Regelungen erlassen.³² In Thüringen ist zudem ein durch die Oppositionsfractionen

²³ Die Änderungen durch das Gesetz zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land (Wind-an-Land-Gesetz) treten zum 1. Februar 2023 in Kraft. Der neue § 249 Abs. 9 BauGB wird dann die bisherige Regelung ablösen. Zur neuen Regelung siehe unten unter 4.1.4.

²⁴ § 249 Abs. 3 BauGB in der noch bis zum Inkrafttreten des Wind-an-Land-Gesetzes gültigen Fassung.

²⁵ § 249 Abs. 3 BauGB in der bis zum 14. August 2020 gültigen Fassung.

²⁶ Siehe etwa die Vorgaben im LEP 2013 Hessen, Z 5.3.2.2-4 (Z) b., GVBl. Hessen Nr. 19, 10.09.2018, S. 484.

²⁷ Sechste Allgemeine Verwaltungsvorschrift zum Bundes-Immissionsschutzgesetz, Technische Anleitung zum Schutz gegen Lärm – TA Lärm, 26.08.1998 in der geänderten Fassung vom 01.06.2017, Banz AT 08.06.2017 B5.

²⁸ Gesetz zur Erhöhung und Beschleunigung des Ausbaus von Windenergieanlagen an Land vom 7.7.2022.

²⁹ Zweites Gesetz zur Änderung des Gesetzes zur Ausführung des Baugesetzbuches in Nordrhein-Westfalen, GV. NRW., Ausgabe 2021, Nr. 52 vom 14.7.2021, S. 877 ff.

³⁰ Gesetz zur Regelung von Mindestabständen von Windenergieanlagen zu Wohngebäuden im Land Brandenburg (Brandenburgisches Windenergieanlagenabstandsgesetz – BbgWEAAbG) vom 20.05.2022, GVBl. Brandenburg, Teil I, Nr. 9 vom 20.05.2022).

³¹ Viertes Gesetz zur Änderung der Sächsischen Bauordnung vom 01.06.2022, Sächsisches Gesetz- und Verordnungsblatt Nr. 18 vom 07.06.2022, S. 366 ff..

³² Ausführlich zu den Landesregelungen unter 4.1.3

eingebraachter Gesetzentwurf weiterhin im parlamentarischen Verfahren.³³ Ob dieser verabschiedet wird, ist derzeit nicht absehbar.

Nach Auskunft der übrigen Bundesländer sind – soweit bekannt – entsprechende Regelungen dort bislang nicht geplant. Da die Länderöffnungsklausel auch nach ihrer Reform im Zuge des „Wind-an-Land-Gesetzes“ nicht befristet ist, könnten auch in Zukunft Länderregelungen getroffen, gestrichen und auch wieder eingeführt werden. Sofern dies nach dem Inkrafttreten der Änderungen der Länderöffnungsklausel geschieht, müssen sie aber mit den Anforderungen der neuen Fassung in Einklang stehen.

Tabelle 8: Pauschale gesetzliche Mindestabstandsregelungen in den Ländern aufgrund § 249 Abs. 3 BauGB

Land	Umsetzungsstand
Bayern	Mindestabstandsregelung eingeführt in Art. 82, 83 Abs. 1 BayBO („10 H-Regelung“ auf Grundlage der ursprünglichen Länderöffnungsklausel aus dem Jahr 2014); Änderung mit Beschluss des Bayerischen Landtages vom 27.10.2022
Brandenburg	Mindestabstandsregelung 2022 eingeführt im BbgWEAAbG
Nordrhein-Westfalen	Mindestabstandsregelung 2021 eingeführt in §§ 2, 3 BauGB-AG
Sachsen	Mindestabstandsregelung 2022 eingeführt in § 84 SächsBauO
Thüringen	Mindestabstandsregelung 2022 eingeführt in § 91 ThürBauO

4.1.1 Abstandsrelevante Regelungen jenseits der Länderöffnungsklausel des § 249 Abs. 3 BauGB

4.1.1.1 Abstandsrelevante Regelungen im Bundesrecht

Für den Ausbau der Windenergie an Land findet sich im Bundesrechtsrahmen eine Vielzahl von Regelungen und hieraus abgeleiteter Vorgaben hinsichtlich einzuhaltender Mindestabstände zwischen Windenergieanlagen und verschiedensten Schutzgegenständen. Die räumliche Trennung von Windenergienutzungen einerseits und schutzwürdigen und -bedürftigen Raumnutzungen und -funktionen andererseits entspricht dem Trennungsgebot wie es auch in § 50 BImSchG niedergelegt ist. Für die Ausweisung von Flächen für die Windenergie werden solche Vorgaben teils über das Abwägungsgebot und – sofern es sich um nicht der Abwägung zugängliche Vorgaben handelt – teils über das planungsrechtliche Erforderlichkeitsgebot von Bedeutung, wie es für die Ebene der Bauleitplanung in § 1 Abs. 3 BauGB geregelt ist. Danach dürfen allein solche Nutzungen planerisch ausgewiesen werden, die an entsprechender Stelle auch zulassungsfähig sind. Wo Windenergienutzungen aufgrund entgegenstehender Verbote generell nicht umsetzbar wären, dürfen entsprechende Flächen auch nicht ausgewiesen werden. Konkret bedeutet dies, dass bei der Flächenausweisung beispielsweise Abstände, die aus den Bauschutzbereichen (§§ 12 ff LuftVG) folgen genauso einzuhalten sind, wie solche, die aus anderweitigen Regelungen des Luftsicherheitsrechts (Störungsverbote nach § 18a LuftVG), des Naturschutzrechts oder anderweitigen rechtlichen Regelungen folgen. Zu beachten ist aber, dass ein „Hineinplanen in die Ausnahme- oder Befreiungslage“ möglich ist, mithin die Planungsebene

³³ Drittes Gesetz zur Änderung der Thüringer Bauordnung – Einführung einer Abstandsregelung von Windkraftanlagen zur Wohnbebauung, Gesetzentwurf, Thüringer Landtag, Dr. 7/1584 vom 09.09.2020.

auch Flächen ausweisen kann, die zulassungsrechtlich allein über die Erteilung von Ausnahmen oder Befreiungen von grundsätzlichen Verboten realisiert werden können.³⁴

Speziell zum Schutz von Wohnnutzungen folgen ganz konkrete Mindestabstände zudem aus den Vorgaben des Bundesimmissionsschutzgesetzes, das in seinem § 5 Abs. 1 BImSchG das allgemeine Verbot schädlicher Umwelteinwirkungen enthält. Abstands- und damit auch flächenrelevante Konsequenzen folgen dann aus den spezifischen Vorgaben zum Schutz gegen Lärm. Die hierzu in der Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm enthaltenen Regelungen führen zu einem nach Baugebietstypen und den dort zulässigen, unterschiedlich schutzwürdigen Nutzungen abgestuften Lärmschutzkonzept, das sich auch in unterschiedlich großen Schutzabständen niederschlägt. Andere schädliche Einwirkungen im Sinne des Immissionsschutzrechts, wie etwa jahreszeitenbedingter Schattenschlag von Rotorblättern, werden hingegen regelmäßig über Abschaltauflagen derart minimiert, dass die Einhaltung auch hierzu vorhandener Grenzwerte nicht auch noch der Einhaltung weitergehender Abstände zu Wohnnutzungen bedarf.³⁵ Hinzu treten Vorgaben des bauplanungsrechtlichen Rücksichtnahmegebots, woraus die Rechtsprechung ein Verbot „optisch-bedrängender Wirkung“ entnommen hat.³⁶ Seine konkrete Handhabung in Abhängigkeit von der Höhe von Windenergievorhaben³⁷ hat dazu geführt, dass es über den unmittelbaren Schutz des Nahbereichs von Wohnnutzungen hinaus Wirkungen entfaltet und teils gar zu bestimmenden Abstandsangaben wird. In jüngerer Zeit ist seine Rückführung auf den Nahbereichsschutz gefordert worden.³⁸

4.1.1.2 Pauschale Abstände in der Raumordnung

4.1.1.2.1 Pauschale Abstandsvorgaben für die Konzentrationszonenplanung

Die aus den vorstehenden sowie weiteren Regelungen abgeleiteten Abstände zum Schutz von Wohnnutzungen und anderer Schutzgüter sind von den Planungsträgern bei der Ausweisung von Flächen für die Windenergie zu beachten. Sie sind in der Reichweite ihrer Schutzwirkung der planerischen Abwägung entzogen und den Flächenausweisungen zugrunde zu legen. Während diese schutzbezogenen Abstände aber einer Konkretisierung in der jeweiligen Planungssituation zugänglich sind, enthalten verschiedene Landesplanungen auch pauschal wirkende Abstandsvorgaben für die Ausweisung von Flächen für die Windenergie. Solche Vorgaben gehen über reine Schutzabstände hinaus und zielen auf einen allein vorsorgenden Schutz ab, der unter anderem auch Beeinträchtigungen von Wohnnutzungen verhindern soll, die unterhalb der von Gesetzes wegen einzuhaltenden Schädlichkeitsschwelle liegen. Beispiele sind hier die Vorgabe eines 1.000-Meter-Abstands im hessischen Landesentwicklungsplan³⁹ und eine vergleichbare Regelung im bisherigen Landesentwicklungsprogramm IV in Rheinland-Pfalz.⁴⁰ Die Rechtsprechung hat solche Regelungen grundsätzlich gebilligt.⁴¹

³⁴ OVG Berlin-Brandenburg, Urt. v. 13.11.202 – 2 A 1.19, juris Rn. 64.

³⁵ Agatz (2021), S. 168 f.

³⁶ BVerwG, Beschl. v. 11.12.2006 – 4 B 72/06, juris Rn. 5f.; VGH München, Urt. v. 29.05.2009 – 22 B 08.1785, juris Rn. 15; zur Kritik hieran siehe Agatz (2021), S. 197 f.; SRU (2022), S. 31, 34 f.

³⁷ Vgl. zur „2H/3H-Rechtsprechung“ OVG Münster Urt. v. 9.08.2006 – 8 A 3726/05 Rn. 100 ff.; VGH München, Urteil v. 29.05.2009 – 22 B 08.1785, juris Rn. 19 ff.; VGH Kassel, Beschl. v. 1.03.2011 – 9 B 121/11, juris Rn. 12; OVG Koblenz, Beschl. v. 10.03.2011 – 8 A 11215/10, juris Rn. 6.

³⁸ Siehe etwa SRU, Klimaschutz braucht Rückenwind, Stellungnahme, Februar 2022, S. 31, 34 f.

³⁹ Siehe GVBI Nr. 19 Hessen 2018, S. 398 (484), Planziffer 5.3.2.2-4 (Z) b.

⁴⁰ Siehe GVBI Nr.22 Rheinland-Pfalz 2019, S. 359 (367), Planziffer Z 163 h).

⁴¹ VGH Kassel, Urt. v. 23.09.2015 – 4 C 358/14.N, juris Rn. 50 ff.

4.1.1.2.2 Pauschale Abstände in der Konzentrationszonenplanung

Wo zielförmige, das heißt strikt zu beachtende landesplanerische Vorgaben für die Ausweisung von Konzentrationsflächen durch die nachfolgende Regionalplanung fehlen, kann auch die Regionalplanung selbst ihrer Planung pauschale Abstände zugrunde legen. Diese sind dann ebenfalls nicht Ausfluss der gesetzlichen Schutzvorgaben, sondern zielen, wie schon die genannten landesplanerischen Vorgaben, auf eine über den reinen Schutz hinausgehende Vorsorge und planerische Gestaltung ab. Sie müssen von den Planungsträgern im Rahmen der Abwägung gerechtfertigt werden und dürfen im bislang geltenden Rechtsrahmen nicht verhindern, dass der Windenergie im Ergebnis der Planung substantiell Raum verschafft wird. Insbesondere an dieser bundesrechtlichen Vorgabe finden pauschale Abstände in der Konzentrationszonenplanung ihre Grenze.⁴² Beispielhaft kann für ein solches in zahlreichen Ländern zu beobachtendes Vorgehen auf Thüringen und dort auf die Planungsregion Mittelthüringen verwiesen werden, wo Abstände von 1.000 Meter (Anlagen bis 200 m Gesamthöhe) bzw. 1250 Meter zu den erfassten Wohnnutzungen einzuhalten sind. Ähnliche Bestimmungen finden hier auf baulich geprägte Siedlungsflächen im Außenbereich Anwendung, wobei sich die vorsorgebezogenen Abstände hier in der Regel lediglich auf 400-600 m erstrecken.

4.1.2 Vorgaben der Länderöffnungsklausel in § 249 Abs. 3 BauGB und Regelungsspielräume für landesrechtliche Entprivilegierungsregelungen

Nach § 249 Abs. 3 S. 1-3 BauGB in der Fassung vom 08.08.2020, die bis zu der Änderung durch das Wind-an-Land-Gesetz gültig war, können die Länder durch Landesgesetz bestimmen,

„dass § 35 Absatz 1 Nummer 5 auf Vorhaben, die der Erforschung, Entwicklung oder Nutzung der Windenergie dienen, nur Anwendung findet, wenn sie bestimmte Mindestabstände zu den im Landesgesetz bezeichneten zulässigen baulichen Nutzungen zu Wohnzwecken einhalten. Ein Mindestabstand nach Satz 1 darf höchstens 1.000 Meter von der Mitte des Mastfußes der Windenergieanlage bis zur nächstgelegenen im Landesgesetz bezeichneten baulichen Nutzung zu Wohnzwecken betragen. Die weiteren Einzelheiten, insbesondere zur Abstandsfestlegung und zu den Auswirkungen der festgelegten Abstände auf Ausweisungen in geltenden Flächennutzungsplänen und Raumordnungsplänen, sind in den Landesgesetzen nach Satz 1 zu regeln. Auf der Grundlage von § 249 Absatz 3 in der bis zum 14. August 2020 geltenden Fassung erlassene Landesgesetze gelten fort; sie können geändert werden, sofern die wesentlichen Elemente der in dem fortgeltenden Landesgesetz enthaltenen Regelung beibehalten werden“.

Die Länderöffnungsklausel überträgt danach den Landesgesetzgebern im näher umschriebenen Umfang die Kompetenz, die ansonsten im gesamten baulichen Außenbereich wirksame Außenbereichsprivilegierung der Windenergie nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB im Sinne einer „Entprivilegierung“ räumlich zu beschränken. Diese Kompetenzübertragung auf die Länder geschieht aber nicht unbegrenzt. Die Sätze 2 und 3 grenzen die Regelungsbefugnis der Länder vielmehr ein, indem sie eine maximale Größe für den Mindestabstand festlegen („höchstens 1.000 Meter“), die maßgeblichen anlagenseitigen („Mitte des Mastfußes“) und siedlungsseitigen („zulässige bauliche Nutzung zu Wohnzwecken“) Mess- und Anknüpfungspunkte konkretisieren sowie einen Mindestregelungsinhalt der Landesgesetze in Satz 3 vorsehen. Auf die Länder übertragen wird mithin die Kompetenz zum Erlass von räumlich beschränkten Entprivilegierungsregelungen. Deren gesetzliche Bezeichnung als „Mindestabstände“ ist insoweit dogmatisch unpräzise. Die Länder können gerade keine pauschalen Abstände mit Verbotswirkung regeln, wie dies hier begrifflich anklingt. Den Gemeinden bleibt es vorbehaltenlich

⁴² St. Rspr. BVerwG, Urt. v. 17.12.2002 – 4 C 15/01, BVerwGE 117, 287 – 304, juris Rn. 29.

entgegenstehender höherrangiger Planaussagen gestattet, auf den entprivilegierten Flächen Standorte für die Windenergie mittels Bebauungsplänen auszuweisen und so eine planerische Zulassung auf der Grundlage von § 30 Abs. 1 BauGB zu ermöglichen.

Von besonderer Bedeutung für die Flächenwirksamkeit der Landesregelungen auf Grundlage von § 249 Abs. 3 BauGB sind nachfolgende Regelungsspielräume bzw. Vorgaben:

- ▶ Sofern der max. zulässige Mindestabstand festgelegt werden soll, ist nach § 249 Abs. 3 S. 2 BauGB die Mitte des Mastfußes als anlagenseitiger Anknüpfungspunkt der Abstandsregelung festzulegen.⁴³ Der halbe Rotordurchmesser kann in diesem Fall innerhalb des maximal zulässigen Abstands liegen, was bei sog. Rotor-in Planungen für die Lage der Grenzziehung von Gebieten für die Windenergie zu berücksichtigen ist.
- ▶ Der zulässige Mindestabstand ist zwar durch eine maximale Größe von 1.000 Metern begrenzt. Innerhalb dieses Abstands können die Länder jedoch ihre Mindestabstandsvorgaben variieren und beispielsweise je nach siedlungsseitigem Anknüpfungspunkt differenzieren.
- ▶ Durch die Wahl des siedlungsseitigen Anknüpfungspunktes können die Abstandsregelungen eine unterschiedliche Flächenwirksamkeit aufweisen. Bei der Festlegung dieses Anknüpfungspunktes bestehen erhebliche Regelungsspielräume der Länder.
 - In den Grenzen des Gleichbehandlungsgebots kann in den Ländern insbesondere an verschiedene Wohnnutzungen im beplanten (§ 30 Abs. 1 BauGB) und unbeplanten (§ 34 BauGB) Innenbereich sowie im Außenbereich (Einzelnutzungen, überplante oder nicht überplante Siedlungszusammenhänge) angeknüpft werden.⁴⁴
 - Möglich ist es zudem sowohl an bereits realisierte als auch an potenzielle, d. h. zulässige künftige Wohnnutzungen anzuknüpfen

Ein weitergehender Regelungsspielraum wurde zudem dem Freistaat Bayern eingeräumt, der faktisch einziger Adressat der Regelung in § 249 Abs. 3 S. 4 BauGB ist. Nach dessen erstem Halbsatz kann die bayerische 10 H-Regelung zwar unverändert fortgelten. Halbsatz 2 gibt dem Freistaat jedoch zugleich die Möglichkeit die Regelung inhaltlich zu verändern – bspw. hinsichtlich der Größe des Abstands – sofern die wesentlichen Elemente der Abstandsregelung in Bayern erhalten bleiben. Auf diese Weise wurde Bayern die Möglichkeit eingeräumt Änderungen der Landesregelung in Grenzen vorzunehmen ohne sogleich auf die Grenzen der aktuellen Öffnungsklausel des § 249 Abs. 3 S. 1-3 BauGB zurückgehen zu müssen. Bayern hatte hiervon jedoch keinen Gebrauch gemacht und bis zuletzt an der 10 H-Regelung festgehalten.⁴⁵

4.1.3 Landesrechtliche Entprivilegierungsregelungen auf Grundlage von § 249 Abs. 3 BauGB

Neben der bayerischen 10-H-Regelung, die noch auf der ursprünglichen Länderöffnungsklausel aus dem Jahr 2014 basiert und durch die aktuelle Länderöffnungsklausel aufrechterhalten wird, haben auf Grundlage des aktuellen § 249 Abs. 3 BauGB in der Fassung vom 08.08.2020 Nordrhein-Westfalen, Brandenburg, Sachsen und Thüringen Abstandsregelungen erlassen. Die

⁴³ Damit ist es den Ländern zwar nicht verwehrt, auch einen anderen anlagenseitigen Anknüpfungspunkt zu wählen. Dabei muss aber sichergestellt werden, dass hierdurch nicht die maximal zulässige Abstandsgröße von 1.000 Meter überschritten wird.

⁴⁴ Decker, § 249 III reloaded, ZfBR 2021, 19, (20); s. Beschlussempfehlung u. Bericht, BT-Drs. 19/20148 S. 27.

⁴⁵ Zur aktuellen Entwicklung in Bayern siehe unter 4.1.4.

landesrechtlichen Entprivilegierungsregelungen werden nachfolgend hinsichtlich ihrer wichtigsten flächenwirksamen Regelungsbestandteile vorgestellt und im Anschluss vergleichend eingeordnet.

Gemeinsam ist den Regelungen, dass sie den ihnen zustehenden Handlungsspielraum bei der Festlegung eines maximalen Mindestabstands von 1.000 Meter ausschöpfen und diesen einheitlich auf bestimmte Gebietstypen im Sinne der Baunutzungsverordnung beziehen, die sich wiederum unterscheiden. Anlagenseitiger Anknüpfungspunkt ist stets die Mitte des Mastfußes, die Anlagenhöhe ist jeweils als Nabenhöhe zzgl. Rotorradius definiert.

4.1.3.1 Bayern

Die bayerische 10 H-Regelung wurde in Art. 82 BayBO auf Grundlage der Länderöffnungsklausel aus dem Jahr 2014 umgesetzt.⁴⁶ Die erste Länderöffnungsklausel enthielt insbesondere noch keine ausdrückliche Limitierung der maximalen Abstandsgröße, so dass der Landesgesetzgeber hier einen erheblich weiteren Regelungsspielraum besaß. Art. 82 BayBO stellt eine höhenabhängige Entprivilegierungsregelung für Windenergievorhaben dar, die zu einem Ausschluss der Privilegierung von Windenergievorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB führt, wenn diese nicht einen Abstand vom 10-fachen ihrer Höhe zum nächstgelegenen Wohngebäude in näher definierten Siedlungszusammenhängen einhält (Art. 82 Abs. 1 BayBO). Der Abstand ist sowohl zu zulässigerweise errichteten Wohngebäuden einzuhalten als auch zu solchen, die in Zukunft zulässigerweise errichtet werden können (Art. 82 Abs. 2 S. 2 BayBO).

Erfasst werden Wohngebäude sowohl in Gebieten mit Bebauungsplänen (§ 30 BauGB) als auch in unbeplanten, aber im Zusammenhang bebauten Ortsteilen (§ 34 BauGB), sofern Wohngebäude hier nicht nur ausnahmsweise zulässig sind. In den beplanten Gebieten gilt dies für nach der Baunutzungsverordnung festgesetzte Kleinsiedlungsgebiete, reine, allgemeine und besondere Wohngebiete, Dorf-, Misch- sowie urbane Gebiete. Entsprechende Festsetzungen sind in qualifizierten Bebauungsplänen (§ 30 Abs. 1) und in vorhabenbezogenen Bebauungsplänen (§ 30 Abs. 2 i. V. m. § 12 BauGB) vorhanden und können auch in einfachen Bebauungsplänen (§ 30 Abs. 3 BauGB) vorliegen. In den unbeplanten Gebieten nach § 34 BauGB kommt es darauf an, ob die vorhandene Bebauung ihrer Art nach einem der erfassten, vorgenannten Baugebietstypen der Baunutzungsverordnung entspricht (sog. faktisches Baugebiet, vgl. § 34 Abs. 2). Sofern dies nicht der Fall ist, erscheint es fraglich, ob die Abstandsregelung überhaupt anwendbar ist, da die Anforderung, dass Wohngebäude nicht nur ausnahmsweise zulässig sein dürfen, hier möglicherweise nicht vorliegt.⁴⁷ Jenseits faktischer Baugebiete ist die Zulässigkeit von Wohngebäuden nach § 34 Abs. 1 BauGB stets eine Einzelfallentscheidung, was entsprechend einer „ausnahmsweisen Zulässigkeit“ zu behandeln sein könnte.

Erfasst werden zudem Wohngebäude in Gebieten mit einer Außenbereichssatzung nach § 35 Abs. 6 BauGB. Solche Satzungen können für bebaute Bereiche im planerischen Außenbereich erlassen werden. Voraussetzung ist, dass eine Wohnbebauung von einigem Gewicht, d. h. eine gewisse Zahl (min. drei – fünf Gebäude) und Größe einer Wohnbebauung mit einer gewissen Geschlossenheit vorhanden ist und eine überwiegend landwirtschaftliche Prägung des Bereichs dadurch ausgeschlossen wird.⁴⁸

Eine eigenständige Regelung zur Bestimmung der Auswirkungen des Inkrafttretens von „10 H“ auf bestehende Raumordnungspläne enthielt das Gesetz nicht, obwohl schon die ursprüngliche

⁴⁶ § 249 Abs. 3 BauGB in der bis zum 14. August 2020 gültigen Fassung.

⁴⁷ Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht (2021): „Auswirkungen von Gesetzesänderungen auf Raumordnungspläne am Beispiel aktueller Entwicklungen in Thüringen“, S. 11.

⁴⁸ Vgl. Dürr, in: Brügelmann, BauGB, Kommentar, Stand: 121. Lfg. 2022, § 35 Rn. 333.

Länderöffnungsklausel insoweit einen Regelungsauftrag formulierte.⁴⁹ Der Bayerische Verfassungsgerichtshof ist dieser Kritik jedoch nicht gefolgt.⁵⁰ In der Folge waren die Folgen für die bestehenden Raumordnungspläne nach den allgemeinen Regeln zu bestimmen. Da nach § 11 Abs. 3 S. 1 ROG maßgeblicher Zeitpunkt für die Bestimmung der Rechtmäßigkeit der Abwägungsentscheidung die Beschlussfassung des Raumordnungsplans maßgeblich ist, blieb das spätere Inkrafttreten der „10 H-Regelung“ hierauf ohne Auswirkung. Viel spricht jedoch dafür, dass die vorhandenen Regionalpläne insoweit funktionslos geworden sind, weil das ihnen zugrunde liegende Planungskonzept, dass auf die Schaffung substanziellen Raums für die Windenergie innerhalb der Vorranggebiete abzielte, nach Inkrafttreten der „10 H-Regelung“ nicht mehr erreicht werden konnte. Jenseits entsprechender Äußerungen in der Literatur⁵¹ scheint eine Konsequenz hieraus aber weder durch die Planungsträger noch die Rechtsprechung in Bayern gezogen worden zu sein.

Die Auswirkungen von „10 H“ auf bestehende Flächennutzungspläne wurde dagegen in Art. 82 Abs. 4 BayBO geregelt. Danach findet „10 H“ auf solche Flächennutzungspläne mit den Wirkungen des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB keine Anwendung, die bereits vor dem 21.11.2014 in Kraft getreten sind, soweit die betroffene Kommune selbst und eine betroffene Nachbargemeinde der Fortgeltung nicht bis 21.5.2015 widersprochen haben. Die genaue Reichweite von 10 H hängt insoweit mithin von den erforderlichen Beschlüssen der Gemeinden und ggf. Nachbargemeinden ab.

Für die Abbildung der Auswirkungen der 10 H-Regelung auf die Flächenkulisse wurde in der Studie ein 2.000 m Abstandspuffer angesetzt. Am 27.10.2022 hat der Bayerische Landtag eine Änderung der 10 H-Regelung beschlossen, durch welche die Einschränkung dieser ab Juni 2023 für ausgewiesene Flächen der Regionalplanung nicht mehr besteht.

4.1.3.2 Nordrhein-Westfalen

Nordrhein-Westfalen hat mit § 2 des Gesetzes zur Ausführung des Baugesetzbuches in Nordrhein-Westfalen (BauGB-AG NRW) als erstes von der 2020 neu gefassten Länderöffnungsklausel in § 249 Abs. 3 BauGB Gebrauch gemacht. Entsprechend der nach dieser Fassung bestehenden Beschränkungen in § 249 Abs. 3 BauGB hat Nordrhein-Westfalen eine pauschale, nicht höhenabhängige Entprivilegierungsregelung für Windenergievorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB erlassen, wonach Windenergievorhaben innerhalb des vorgeschriebenen Abstandes von 1.000 m zu zulässigen Wohngebäuden in näher definierten Siedlungsgebieten nicht als privilegierte Außenbereichsvorhaben i. S. d. § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB gelten. Der Abstand bemisst sich sowohl zu zulässigen, tatsächlich errichteten Wohngebäuden, als auch zu zulässigerweise noch zu errichtenden, potenziellen Wohngebäuden (§ 2 Abs. 1 S. 2 BauGB-AG NRW).

Siedlungsseitig ist die nordrhein-westfälische Regelung stark an die bayerische Regelung angelehnt: Anknüpfungspunkt ist auch hier nach § 2 Abs. 1 S. 1 Nr. 1 BauGB-AG NRW das nächstgelegene Wohngebäude im beplanten (§ 30 BauGB), sowie im unbeplanten (§ 34 BauGB) Innenbereich, sofern es dort nicht nur ausnahmsweise zulässig ist, d. h. zur Regelbebauung nach den in der Baunutzungsverordnung vorgesehenen Gebietstypen gehört. Auf die im Rahmen der 10 H-Regelung erfolgte Aufzählung der erfassten Gebietstypen wie auch die hier relevante

⁴⁹ Deshalb zurecht kritisch Decker, in: Busse/Kraus, BayBO, 144 EL. 2021, Art. 82 Rn. 79 ff.; Kindler, ZfBR 2016, 688 (689).

⁵⁰ BayVerfGH, Rn. 184 ff.; Ludwigs, NJW 2016, 986 (989).

⁵¹ Decker, § 249 Abs. 3 BauGB reloaded, ZfBR 2021, 19 (23 f.); Guidehouse et al. 2021, S. 19 f.

Problematik der Einbeziehung nicht-faktischer Baugebiete nach § 34 Abs. 1 BauGB, die gerade kein Regel-Ausnahme-Verhältnis kennen, wird verwiesen.

Umfasst sind zudem auch in Außenbereichssatzungen nach § 35 Abs. 6 BauGB gelegene Wohngebäude (§ 2 Abs. 1 S. 1 Nr. 2 BauGB-AG NRW). Obwohl § 249 Abs. 3 S. 3 BauGB einen entsprechenden Regelungsauftrag formuliert, findet sich in § 2 BauGB-AG NRW keine ausdrückliche Regelung zu den Auswirkungen der landesgesetzlichen Abstandsregelung auf Ausweisungen in Raumordnungsplänen. Die Gesetzesbegründung stellt insoweit klar, dass für Raumordnungspläne die Abstandsvorgabe nach § 2 Abs. 1 BauGB-AG NRW und mithin der Mindestabstand von 1.000 m gelte.⁵² Die Auswirkungen der Mindestabstandsregelung auf Flächennutzungspläne mit Konzentrationszonendarstellungen mit Wirkung des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB sind hingegen in § 2 Abs. 2 BauGB-AG NRW geregelt. Danach werden Flächennutzungspläne, innerhalb derer vor dem 15.07.2021 eine entsprechende Konzentrationszonendarstellung erfolgt ist, nicht von der Mindestabstandsregelung des Abs. 1 erfasst.

4.1.3.3 Brandenburg

Auch das Land Brandenburg hat mit dem Erlass des BbgWEAAbG von der Übertragung der Kompetenz zur Entprivilegierung von Windenergieanlagen innerhalb eines gesetzlichen Mindestabstandes zu Wohngebäuden nach § 249 Abs. 3 BauGB Gebrauch gemacht. Auch in Brandenburg handelt es sich dabei um eine pauschale Mindestabstandsvorgabe von 1.000 m zu der nächstgelegenen, näher definierten Wohnbebauung (§ 1 Abs. 1 BbgWEAAbG). Innerhalb dieses Abstandes verlieren Windenergievorhaben auch hiernach ihre Privilegierungswirkung aus § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB (§ 1 Abs. 1 BbgWEAAbG).

Die brandenburgische Regelung nimmt siedlungsseitig Bezug auf die nächstgelegene Gebäudekante der Hauptanlage eines Wohngebäudes (§ 1 Abs. 2 BbgWEAAbG) und schließt im Umkehrschluss folglich die Einbeziehung von Nebenanlagen aus. Ob dies eine praktische Relevanz in Bezug auf die Flächenverfügbarkeit im Vergleich zu den anderen bestehenden landesgesetzlichen Ausgestaltungen auf Basis von § 249 Abs. 3 BauGB hat, die lediglich auf Wohngebäude abstellen, erscheint nicht eindeutig, da ohnehin der Wohnzweck des Gebäudes maßgeblich ist und dieser regelmäßig nur bei der Hauptanlage gegeben sein dürfte. Die von § 1 Abs. 1 BbgWEAAbG umfassten Wohngebäude müssen zulässigerweise im beplanten Innenbereich (§ 30 BauGB) oder im unbeplanten Innenbereich (§ 34 BauGB) errichtet worden sein. Auch hier gilt die Mindestabstandsregelung nur in Bezug auf die Regelbebauung nach Baunutzungsverordnung (§ 1 S. 2 BbgWEAAbG) (Zur hieraus resultierenden Problematik bei Gebieten nach § 34 Abs. 1 BauGB, die kein faktisches Baugebiet darstellen, siehe bereits oben).

Anders als in den übrigen Landesregelungen umfasst der siedlungsseitige Anknüpfungspunkt der brandenburgischen Regelung nur tatsächlich errichtete Wohngebäude im vorgenannten Sinne. Allein potenziell zulässige Wohnbebauung ist für die Bestimmung des Mindestabstandes außer Acht zu lassen.

Der brandenburgische Gesetzgeber hat den Regelungsauftrag hinsichtlich der Bestimmung der Auswirkungen der Mindestabstandsregelung auf Bestandspläne nach § 249 Abs. 3 S. 3 BauGB wahrgenommen und für in Regionalplänen festgelegte Eignungsgebiete für Windenergie bestimmt, dass diese nicht von der Mindestabstandsregelung des § 1 Abs. 1 BbgWEAAbG umfasst sind, sofern die Regionalversammlung die öffentliche Auslegung der näher bestimmten Planunterlagen vor dem 30.11.2021 beschlossen hat (§ 2 Abs. 2 BbgWEAAbG). Da in Brandenburg bei Inkrafttreten des Gesetzes keine gültigen Regionalpläne für die Windenergie existieren,

⁵² Lt-Drs. NRW 17/4434, S. 5.

werden hiermit allein entsprechend fortgeschrittene Planentwürfe von der Anwendung der Entprivilegierungsregelung ausgeklammert.

Darüber hinaus adressiert die brandenburgische Mindestabstandsregelung auch bestehende Flächennutzungspläne mit Konzentrationszonendarstellungen nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB, sofern sie innerhalb von sechs Monaten nach Inkrafttreten des Windenergieanlagenabstandsgesetzes wirksam werden bzw. geworden sind. Auch solche Flächennutzungspläne sind von der Entprivilegierungsregelung des § 1 Abs. 1 BbgWEAAbG ausgenommen (§ 2 Abs. 1 BbgWEAAbG).

4.1.3.4 Sachsen

Zudem hat Sachsen mit § 84 Abs. 2 ff. der Sächsischen Bauordnung (SächsBO) ebenfalls eine Mindestabstandsregelung auf Grundlage des § 249 Abs. 3 BauGB in seiner Fassung vom 08.08.2020 erlassen. Es handelt sich um eine pauschale, nicht höhenabhängige Entprivilegierungsregelung für Windenergievorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB, die bei Unterschreitung eines Mindestabstandes von 1.000 m zu den näher bestimmten siedlungsseitigen Anknüpfungspunkten greift (§ 84 Abs. 2 SächsBO).

Die sächsische Regelung nimmt – wie schon für Bayern und Nordrhein-Westfalen beobachtet – siedlungsseitig Bezug auf das nächstgelegene, tatsächlich errichtete oder zulässigerweise noch zu errichtende Wohngebäude (§ 84 Abs. 2 S. 2 SächsBO), welches in einem der in § 84 Abs. 2 S. 1 SächsBO definierten Gebiete liegt. Zu den umfassten Gebieten gehören der beplante Innenbereich (§ 30 BauGB) und der unbeplante Innenbereich (§ 34 BauGB), sofern es sich bei der zu betrachtenden Wohnbebauung um regelmäßig zulässige Wohngebäude handelt (§ 84 Abs. 2 S. 1 Nr. 1 bzw. Nr. 2 SächsBO). Dies richtet sich wiederum nach dem Gebietstypus und den Bestimmungen der Baunutzungsverordnung.

Ferner sind auch Wohngebäude im Außenbereich (§ 35 BauGB) in die Bestimmung des siedlungsseitigen Anknüpfungspunktes für die Bestimmung des Mindestabstandes mit einbezogen, wobei dort eine Wohnbebauung von mindestens fünf Wohngebäuden Voraussetzung für die Anwendung der Regelung ist (§ 84 Abs. 2 S. 1 Nr. 3 SächsBO). Der notwendige räumliche Zusammenhang zwischen diesen Gebäuden, um den Mindestabstand zu aktivieren, wird nicht näher definiert. Nahe liegt es, auf vergleichbare Kriterien abzustellen, wie sie auch zur Bestimmung des Zusammenhangs von Wohngebäuden im Rahmen von § 35 Abs. 6 BauGB (Außenbereichssatzungen) herangezogen werden (hierzu oben unter 4.1.3.1).

Die sächsische Mindestabstandsregelung nimmt den Regelungsauftrag des § 249 Abs. 3 S. 3 BauGB zu der Bestimmung der Auswirkungen der Mindestabstandsregelung auf bestehende Raumordnungs- und Flächennutzungspläne umfassend wahr, indem sie sämtliche Regional- und Bauleitpläne, die vor dem Inkrafttreten der Regelung (Viertes Gesetz zur Änderung der Sächsischen Bauordnung) beschlossen wurden, von der Anwendung der Mindestabstandsregelung ausnimmt (§ 84 Abs. 6 SächsBO). In laufenden und künftigen Planungsverfahren sind die Regelungen – im Umkehrschluss – dementsprechend grundsätzlich zu beachten, Planentwürfe ggf. anzupassen.

Allerdings ist zu beachten, dass die sächsische Regelung für zwei Fälle letztlich inhaltsgleiche Möglichkeiten vorsieht, den Mindestabstand zu unterschreiten. Diese werden jedoch wiederum an weitreichende Zustimmungserfordernisse geknüpft. Gem. § 84 Abs. 4 S. 1, 2 SächsBO findet die Mindestabstandsregelung nämlich keine Anwendung auf Repoweringvorhaben im Sinne des § 16b Bundes-Immissionsschutzgesetz, wenn sowohl die Standortgemeinde als auch eine ebenfalls betroffene Nachbargemeinde der Unterschreitung des Abstands durch Beschluss und im Einvernehmen mit betroffenen Ortschaftsräten zustimmt. Unter gleichlautenden

Voraussetzungen kann zudem der Mindestabstand für Neuvorhaben nach § 84 Abs. 5 S. 1, 2 SächsBO unterschritten werden. Eine Differenzierung der beiden Ausnahmetatbestände wäre aufgrund der Identität ihrer Anforderungen nicht nötig gewesen. Die Reichweite der sächsischen Mindestabstandsregelung und damit ihre Wirkung auf die Flächenkulisse in Sachsen für die Windenergie innerhalb der Mindestabstände hängt mithin von entsprechenden Unterschreitungsbeschlüssen der jeweils betroffenen Gemeinden und Ortschaften ab.

4.1.3.5 Thüringen

Thüringen hat schließlich mit § 91 Thüringer Bauordnung (ThürBO) als bislang letztes Bundesland eine Mindestabstandsregelung auf der Grundlage des bisherigen § 249 Abs. 3 BauGB, aber bereits nach der Verkündung des WaLG erlassen.⁵³ § 91 ThürBO beinhaltet eine pauschale, nicht höhenabhängige Entprivilegierungsregelung für Windenergievorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB, die im Falle einer Unterschreitung eines Mindestabstandes von 1.000 m zu den näher bestimmten siedlungsseitigen Anknüpfungspunkten greift.

Die thüringische Regelung bestimmt als siedlungsseitigen Anknüpfungspunkt für den Mindestabstand, ebenso wie die entsprechenden Regelungen in Bayern, Sachsen und Nordrhein-Westfalen, das nächstgelegene, tatsächlich errichtete oder zulässigerweise noch zu errichtende Wohngebäude, sofern dieses in Gebieten mit Bebauungsplänen (§ 30 BauGB) oder innerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile (§ 34 BauGB) liegt und in diesen Gebieten Wohngebäude nicht nur ausnahmsweise zulässig sind.

Schließlich begrenzt § 91 Abs. 3 ThürBO den Anwendungsbereich der Mindestabstandsregelung. Nicht anzuwenden ist die Mindestabstandsregelung zunächst bei Windenergieanlagen mit einer Gesamthöhe von bis zu 50 Metern. Darüber hinaus regelt § 91 Abs. 3 Nr. 2 ThürBO die Nichtanwendbarkeit der Mindestabstandsregelung auf Raumordnungspläne oder Flächennutzungspläne, die Flächen für Windenergieanlagen darstellen, wobei auch bei der Aufstellung von entsprechenden Raumordnungs- oder Flächennutzungsplänen die Mindestabstandsregelung nicht beachtet werden muss. Mit dieser Regelung entspricht die Thüringer Mindestabstandsregelung bereits der Vorgabe des am 1. Februar 2023 in Kraft tretenden § 249 Abs. 9 S. 5 BauGB n. F., wonach „die Mindestabstände nicht auf Flächen in Windenergiegebieten gemäß § 2 Nummer 1 WindBG anzuwenden sind“. Weiterhin enthält § 91 Abs. 3 Nr. 3 und 4 ThürBO eine „Bestandsschutzregelung“ für im Genehmigungsverfahren befindliche Windenergieanlagen. Konkret ist die Mindestabstandsregelung auf Windenergieanlagen, soweit vor dem 26. August 2022 bei der zuständigen Behörde ein vollständiger Antrag auf Genehmigung der Windenergieanlage eingegangen ist oder soweit vor Ablauf des 26. August 2022 die Windenergieanlage zwar noch nicht errichtet, aber entweder bereits genehmigt war oder ein vollständiger Antrag für die Anlage vorlag und statt ihrer eine Anlage am selben Standort mit gleicher, geringfügig höherer oder niedrigerer Höhe errichtet werden soll, nicht anwendbar.

Ihre primäre Bedeutung hat die thüringische Mindestabstandsregelung danach für Repoweringvorhaben, die außerhalb von ausgewiesenen Windenergiegebieten nach § 245e Abs. 3 BauGB n. F. zulässig sind, da sie deren planungsrechtliche Grundlage beeinträchtigen können. Wegen der Herausnahme von Windenergiegebieten aus dem Anwendungsbereich der Vorschrift im Einklang mit den ab 1.2.2023 geltenden bundesrechtlichen Vorgaben, bleiben die Wirkungen im Übrigen begrenzt und können in erster Linie als landespolitische Wertung verstanden

⁵³ Viertes Gesetz zur Änderung der Thüringer Bauordnung – Einführung einer Abstandsregelung von Windkraftanlagen zur Wohnbebauung vom 29. Juli 2022, GVBl. für den Freistaat Thüringen, Nr. 19 2022 vom 25.8.2022, S. 321 f.

werden, die erfassten Abstandsbereiche möglichst nicht planerisch für die Windenergie auszuweisen.

Vor diesem Hintergrund bleibt jedenfalls rechtlich der Anwendungsbereich von § 91 Abs. 2 ThürBO unklar, der das für die Landesplanung zuständige Ministerium zur Anpassung des festgelegten Mindestabstands durch eine Rechtsverordnung ermächtigt und verpflichtet, sofern dies zur Umsetzung bundesgesetzlicher Bedarfsvorgaben zu Flächenbeitragswerten für Windenergie an Land erforderlich ist. Da die Mindestabstandsregelung – wie dargestellt – allerdings ohnehin insgesamt nicht auf Raumordnungspläne oder Flächennutzungspläne anwendbar ist, die Flächen für Windenergieanlagen ausweisen, ist eine weitergehende rechtliche Zurücknahme der Regelung insoweit nicht möglich.

4.1.3.6 Vergleichende Einordnung der landesrechtlichen Entprivilegierungsregelungen

Die einzelnen Landesregelungen weisen neben zahlreichen Gemeinsamkeiten bedeutsame Unterschiede auf. Eine gewisse Sonderrolle nehmen die thüringische Regelung sowie die bayerische 10 H-Regelung ein. Die thüringische Regelung berücksichtigt bereits die Vorgaben des § 249 Abs. 9 S. 5 BauGB n. F. und ist demnach nicht auf Windenergiegebiete anwendbar. Die bayerische 10 H-Regelung führt dagegen (noch) zu einer Entprivilegierung heute marktüblicher Windenergieanlagen im Abstand von deutlich über zwei Kilometern von den erfassten Wohnnutzungen führt. Aber auch jenseits dieses Unterschieds, der durch die insoweit unterschiedlichen Rechtsgrundlagen ermöglicht und durch die bundesrechtliche Öffnungsklausel aufrechterhalten wurde, bestehen auch Unterschiede in der rechtssicheren Handhabbarkeit der Regelungen. So wurde allein in der brandenburgischen Landesregelung auf die für die Planungspraxis problematische Anknüpfung an auch potenziell zulässige Wohnbebauung verzichtet. Die Regelungen in Bayern, Nordrhein-Westfalen und Sachsen sehen dies dagegen vor und stellen die Planungspraxis damit vor schwierige Abgrenzungsfragen, die sich insbesondere bei der Bestimmung potenziell zulässiger Wohnbebauung auf Flächen im Sinne von § 34 BauGB sowie Flächen mit Außenbereichssatzungen nach § 35 Abs. 6 BauGB ergeben. Insoweit steht zu erwarten, dass nicht wenige Planungen zu Streitigkeiten führen dürften: Wird der Abstand zu Unrecht zu gering veranschlagt, werden Gebiete ausgewiesen, in denen Vorhaben letztlich grundsätzlich nicht errichtet werden können. Insoweit kann es an der Erforderlichkeit der Planung fehlen, was ihre Rechtswidrigkeit zur Folge hat. Wird der Mindestabstand dagegen zu weitgehend angenommen, dürfte dagegen ein Abwägungsfehler zu Lasten der Windenergie vorliegen. Neben diesem Anwendungsproblem hat man zudem in Sachsen eine Anknüpfung an Gebäude im Außenbereich vorgesehen, die nicht – wie in anderen Ländern – an die formale Überplanung mit einer Außenbereichssatzung, sondern an das tatsächliche Vorhandensein von fünf Wohngebäuden anknüpft, ohne deren erforderlichen räumlichen Zusammenhang näher zu bestimmen. Auch hier sind Auslegungsprobleme und gerichtliche Verfahren mit Auswirkungen auf die Flächenverfügbarkeit zu befürchten. Aufgrund der Vielgestaltigkeit denkbarer Konstellationen ist zudem kaum anzunehmen, dass die Rechtsprechung hier mehr als eine Klärung im Einzelfall herbeiführen kann. Eine generelle Lösung, mit der die Planungspraxis rechtssicher umgehen kann, scheint bei diesen Regelungen fraglich.

Als Entprivilegierungsregelungen ist sämtlichen „Mindestabstandsregelungen“ gemein, dass eine Unterschreitung der Abstände im Grundsatz durch qualifizierte Bebauungspläne möglich ist. In diesem Fall werden die überplanten Flächen planungsrechtlich dem Außenbereich entzogen und zum planerischen Innenbereich. Die planungsrechtliche Zulassung von Windenergievorhaben findet hier dann nach § 30 Abs 1 BauGB statt. Die hiervon zu unterscheidenden Möglichkeiten in der Sächsischen Bauordnung, den Mindestabstand zu unterschreiten, beziehen sich dagegen auf die Raumordnung selbst und damit eine Zulassung

der Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5, Abs. 3 BauGB. Im Zusammenhang einer Unterschreitung der Mindestabstände durch Bebauungsplanung besteht gleichwohl Unsicherheit darüber, ob dies auch dort möglich ist, wo auf Raumordnungsebene mit Ausschlusswirkung geplant wird. Soweit ersichtlich ist diese Frage bislang nicht gerichtlich entschieden worden. Dafür, dass auch hier eine Festsetzung von Standorten innerhalb des Mindestabstands möglich ist, spricht, dass sich die Ausschlussplanung i. S. v. § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB allein auf privilegierte Vorhaben erstreckt, innerhalb des Mindestabstands es aber an dieser Privilegierung von Windenergievorhaben gerade fehlt. Zu beachten ist allerdings, dass § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB allein die bodenrechtliche Wirkung einer ansonsten auch rein raumordnerisch möglichen Ausschlussplanung betrifft, die sich allein an die kommunalen Planungsträger richtet und gerade nicht auf die Zulassungsebene durchschlägt, wie es die Wirkung des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB ist. Letztlich dürfte deshalb je im Einzelfall im Wege der Auslegung zu klären sein, ob die Ausschlusswirkung der jeweiligen Raumordnungsplanung auf diejenigen Gebiete beschränkt sein soll, in denen eine Privilegierung von Windenergievorhaben besteht oder ob auch jenseits dessen eine – dann allein raumordnerische – Ausschlusswirkung erzielt werden soll. Hiervon ist dann letztlich abhängig, ob Gemeinden im Wege der Bebauungsplanung die Mindestabstände unterschreiten können oder nicht.

4.1.4 Abstandsregelungen in der aktuellen Reform der Flächenbereitstellung für die Windenergie – Das Wind-an-Land-Gesetz

Die vorstehenden Ausführungen geben den Regelungsstand auf Bundes- und Landesebene wieder, wie er den durchgeführten Berechnungen zugrunde liegt. Mit dem inzwischen verabschiedeten WaLG liegt nun jedoch eine Neukonzeption der Länderöffnungsklausel vor. Die Auswirkungen der landesrechtlichen, pauschalen Mindestabstandsregelungen auf die Flächenverfügbarkeit werden dadurch erheblich verändert.

Nach dem verabschiedeten und am 1. Februar 2023 in Kraft tretenden WaLG wird die bislang in § 249 Abs. 3 BauGB geregelte Länderöffnungsklausel nun als § 249 Abs. 9 BauGB n. F. fortgeführt und geändert. Danach sind Entprivilegierungsregelungen der Länder zwar auch weiterhin zulässig. Das heißt, dass zunächst sowohl die bereits geltenden Regelungen fortgelten als auch weitere Regelungen in Zukunft erlassen werden können, deren Modalitäten sich in vielen Punkten nach den schon bislang geltenden Maßstäben richten. Gem. § 249 Abs. 9 S. 4 BauGB gilt dies auch für die noch auf der ursprünglichen Länderöffnungsklausel erlassene bayerische 10 H-Regelung. Allerdings sind die bestehenden Landesregelungen gem. § 249 Abs. 9 S. 5, 6 bis zum 31. Mai 2023 dahingehend zu ändern und mögliche künftige Mindestabstandsregelungen von vorneherein derart auszugestalten,

„dass die Mindestabstände nicht auf Flächen in Windenergiegebieten gemäß § 2 Nummer 1 des Windenergieflächenbedarfsgesetzes anzuwenden sind“.

Diese Regelung führt zu einer Subsidiarität der landesrechtlichen Mindestabstandsregelungen gegenüber der planerischen Flächenausweisung von Windenergiegebieten, die über den Verweis auf § 2 Nr. 1 WindBG in Bezug genommen werden. Rechtlich gesehen werden damit die Suchbereiche der Planungsträger für Windenergiegebiete nicht länger beschränkt. Die Windenergiegebiete können in die landesrechtlich vorgesehenen Mindestabstände hineingeplant werden und eine Zulassung von Windenergievorhaben als privilegierte Vorhaben nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 Abs. 3 BauGB erfolgen. Konkret dürften bestehende und zukünftige Flächenausweisungen, die auf die Ziele des WindBG anrechenbar sein sollen, nicht durch pauschale landesgesetzliche Abstandsregelungen beschnitten werden. Politisch dürfte zwar der Appellcharakter der landesrechtlichen Regelungen gleichwohl fortwirken und in diesem Sinne die Planungsträger dazu anhalten, die von den landesrechtlichen Regelungen betroffenen

Bereiche möglichst von Windenergievorhaben freizuhalten. Die Planungsträger können sich diese Wertung zu eigen machen, müssen sie jedoch zum Gegenstand der Abwägung machen, da es an einer rechtlichen Bindungswirkung der Mindestabstandsregelungen aufgrund ihrer rechtlichen Subsidiarität fehlt.

Zur Umsetzung dieser Vorgaben des WaLG wurde die in Thüringen neu eingeführte Abstandsregelung bereits an die bundesrechtlichen Vorgaben angepasst. In Bayern wurde zudem bereits in einem ersten Schritt eine Relativierung der bisherigen 10 H-Regelung in der Bayerischen Bauordnung vorgenommen, die nur im Grundsatz ein Fortbestehen der bisherigen 10 H-Regelung vorsieht.⁵⁴ Hiervon werden jedoch für verschiedene Flächentypen Ausnahmen gemacht, auf denen nur noch ein 1.000-Meter-Abstand gelten soll.⁵⁵ Durch die weiterhin bereits für den 31. Mai 2023 beschlossene Änderung, wonach weder die 10 H-Regelung, noch der für die Ausnahmen geltende 1.000-Meter-Abstand dort gelten soll, wo Windenergiegebiete im Sinne des WindBG ausgewiesen werden,⁵⁶ wird letztlich auch hier eine vollständige Subsidiarität der bayerischen Mindestabstandsregelung auf Grundlage des § 249 Abs. 9 BauGB gegenüber der Ausweisung von Windenergiegebieten mit den vorstehend beschriebenen Folgen hergestellt.

Weiter sieht das WaLG vor, dass pauschale landesgesetzliche Mindestabstandsregeln nur so lange wirksam sind, solange ein Land seine Pflichten nach dem Windenergieflächenbedarfsgesetz erfüllt. Werden die Mengenvorgaben des WindBG (Flächenbeitragswerte für 2027 und 2032) nicht erreicht, sind die landesrechtlichen Abstandsregelungen gem. § 249 Abs 7 S. 2 BauGB n. F. nicht mehr anzuwenden. Dies gilt zudem – ebenfalls nach § 249 Abs. 7 S. 2 BauGB – wenn das jeweilige Land bis zum Ablauf des 30. November 2024 nicht den Nachweis eines Planaufstellungsbeschlusses bzw. den Nachweis für ein wirksames Herunterbrechen der Landesverpflichtungen auf Regionalplanungsträger oder Kommunen gem. § 3 Abs. 3 WindBG erbracht hat.

Unberührt von diesen Änderungen der Länderöffnungsklausel bleibt zwar die Kompetenz der Länder auf raumordnerischer Grundlage pauschale Mindestabstände landesplanerisch vorzusehen. Nicht nur standen diese aber schon bislang unter dem Vorbehalt, dass trotz solcher Abstände sichergestellt sein muss, dass der Windenergie substanziell Raum verschafft werden kann. In Zukunft sind sie vielmehr weitergehend daran zu messen, dass sie der Erfüllung der Flächenvorgaben nach dem Windenergieflächenbedarfsgesetz nicht entgegenstehen. Abstandsvorgaben bleiben damit auf dieser Grundlage zwar grundsätzlich möglich. Sie stehen jedoch unter der „Nachweispflicht“, dass die Vorgaben des WindBG gleichwohl erfüllt werden.⁵⁷ Hinzu kommt, dass gem. § 249 Abs. 5 BauGB die Planungsträger bei der Ausweisung von Windenergiegebieten insbesondere nicht an entgegenstehende Ziele der Raumordnung gebunden sind, „soweit dies erforderlich ist, um den Flächenbeitragswert [...] oder ein daraus abgeleitetes Teilflächenziel zu erreichen.“ Ein Verständnis dieser Regelung ist möglich, wonach raumordnungsrechtliche Mindestabstände, die ebenfalls in der Form von Zielen der

⁵⁴ § 1 des Gesetzes zur Änderung der Bayerischen Bauordnung vom 27.10.2022; siehe auch Gesetzentwurf der Staatsregierung zur Änderung der Bayerischen Bauordnung, Ldt.-Drs. 18/23858 vom 3.8.2022 sowie Begründung S. 4.

⁵⁵ § 1 Ziff. 2 (Art. 82a BayBO neu), Ldt.-Drs. 18/24748, S. 1.

⁵⁶ § 2 (Art. 82b BayBO neu), Ldt.-Drs. 18/24748, S. 2.

⁵⁷ Sofern dies nicht der Fall ist, dürften solche Vorgaben bereits rechtswidrig sein. Jedenfalls vermögen sie die Planungsträger bei der Ausweisung von Windenergiegebieten nicht zu binden, vgl. § 249 Abs. 5 BauGB n. F.

Raumordnung festgelegt werden, allein für Flächenausweisungen jenseits der Flächenbeitragswerte ihre bindende Wirkung entfalten.⁵⁸

4.2 Voraussetzung, dass der Rotor innerhalb der Windfläche liegen muss („Rotor-in“)

Eine weitere Beschränkung in der Verfügbarkeit ausgewiesener Flächen für die Windenergie ergibt sich überall dort, wo sich nicht allein die Turmfüße der Anlagen innerhalb der Grenzen der ausgewiesenen Flächen und Gebiete halten müssen, sondern auch deren Rotorblätter (sog. Rotor-in-Planungen). Da in diesem Fall die Windenergieanlagen mit entsprechendem Abstand zu den Grenzen zu platzieren sind, ist allein eine anteilige Ausnutzung der Flächen und damit eine Platzierung einer geringeren Zahl an Anlagen möglich.

Eine ausdrückliche gesetzliche Aussage dazu, ob ein Übertreten der Gebietsgrenzen nach den unterschiedlichen Planwerken zulässig ist, findet sich nicht. Gleichwohl wird jedenfalls für die Bebauungsplanung aufgrund einer Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts davon ausgegangen, dass die Grenze von Baugebieten stets von der gesamten WEA einschließlich des Rotors eingehalten werden muss.⁵⁹ Überwiegend wird diese Entscheidung auch auf die Flächennutzungsplanebene übertragen,⁶⁰ was allerdings Zweifeln begegnet.⁶¹

Im Kontrast zu der Rechtslage bzw. Rechtsauffassung hinsichtlich der Bauleitplanung wird für die Raumordnungsplanung überwiegend davon ausgegangen, dass insoweit eine einheitliche gesetzliche Vorgabe nicht existiert.⁶² Dem entspricht es, dass hier zwischen den Ländern, aber teils auch innerhalb der Länder eine unterschiedliche Planungspraxis beobachtet werden kann. In der Regel bleibt es den Planungsträgern der Regionalplanung überlassen, festzulegen, welche Bedeutung den Gebietsgrenzen beispielsweise von Vorranggebieten für Windenergienutzungen zukommt. Trotz dieser grundsätzlichen Freiheit der Planungsträger auf Raumordnungsebene soll nach einer jüngeren Entscheidung des OVG Lüneburg bei Fehlen einer gegenteiligen Äußerung des Planungsträgers allerdings davon auszugehen sein, dass sich die Rotorblätter innerhalb der Gebietsgrenzen halten müssen. In Übertragung der Rechtslage auf Bauleitplanungsebene soll dieser Fall („Rotor-in“) nach dem OVG Lüneburg nämlich auch für die Raumordnung den nicht weiter begründungsbedürftigen Normalfall darstellen.⁶³ Soll dagegen eine Überschreitung der Gebietsgrenzen zugelassen werden („Rotor-out“), müsse dies eigens angeordnet werden, um die notwendige Bestimmtheit der zielförmigen Gebietsfestlegungen zu gewährleisten.⁶⁴

⁵⁸ Letztlich dürfte es darauf ankommen, unter welchen Voraussetzungen von der Erforderlichkeit der Durchbrechung der Bindungswirkung auszugehen ist – bereits dann, wenn bei Geltung der Abstandsvorgabe die konkrete, zur Erreichung des Flächenbeitragswerts notwendige Ausweisung nicht möglich ist oder erst dann, wenn bei Fortgeltung der Abstandsvorgabe nicht genügend Flächenpotenziale zum Erreichen des Flächenbeitragswerts verbleiben. Mit Tendenz zur ersten Variante *Benz/Wegner*, Das Wind-an-Land-Gesetz – neue Grundlagen für die Flächenbereitstellung für die Windenergie, ZNER 2022, 367 (375).

⁵⁹ BVerwG, Urt. v. 21.10.2004 – 4 C 3/04, juris Rn. 40.

⁶⁰ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 94; VG Hannover, Urt. v. 22.11.2011 – 4 A 1052/10, juris Rn. 39 ff.; a. A. jedoch VGH Kassel, Beschl. V. 11.01.2022 – 3 B 2278/21.T, juris Rn. 40.

⁶¹ Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht (2022) „Auswirkungen einer Rotor-in-Planung auf die Verfügbarkeit von Windflächen“, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-einer-rotor-in-planung-auf-die>

⁶² Vgl. OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 94; abweichend jedoch VG Hannover, Urt. v. 22.11.2011 – 4 A 1052/10, juris Rn. 43.

⁶³ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 94.

⁶⁴ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 97.

Legt man die vorstehend skizzierte Beschreibung der Rechtslage zugrunde, hätte bisher stets eindeutig feststehen müssen, welche Regelung im jeweiligen Raumplan gilt. Für die Bauleitplanungsebene wäre nach – wenn auch bestrittener Auffassung – stets von einer Rotor-in-Planung auszugehen. In Planwerken der Raumordnungsebene hätte sich zudem entweder eine eindeutige Regelung finden müssen oder mit dem OVG Lüneburg im Zweifel eine Rotor-in-Planung angenommen werden können.

Im Kontrast hierzu spiegelt die Praxis auf Zulassungsebene jedoch in vielen Fällen wider, dass die Frage der Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer Überschreitung zeichnerischer Grenzen aktuell keineswegs stets eindeutig gelöst ist. Wo eine Unklarheit verbleibt, gestatten Behörden und Gerichte teils das Überschreiten der Gebietsgrenzen im Wege der Regelausnahme nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB.⁶⁵ Hinsichtlich raumordnerischer Gebietsfestlegungen wird bei Fehlen klarer Aussagen wohl auch schlicht von Spielräumen für die Zulassungsebene ausgegangen, die dann genutzt werden können, um ein Überschreiten von Gebietsgrenzen jedenfalls durch die Rotorblätter zu gestatten. Soweit nicht eine Überschreitung der Gebietsgrenzen, sondern allein ihre Berührung in Rede steht, agieren die Zulassungsbehörden zudem vielfach innerhalb des planungsrechtlichen Toleranzbereichs, der innerhalb der Strichstärken planerischer Grenzziehungen von 1 Millimeter bei Maßstäben der Karten von 1:50.000 bzw. 1:100.000 ebenfalls einen Unterschied von 50 m bzw. 100 m ausmacht.⁶⁶ Auch hierfür fehlt es vielfach an eindeutigen Maßgaben in den Plänen, die bestimmen, ob die Innenseiten oder die Außenseiten der Strichstärken für die Gebietsabgrenzung maßgeblich sind.

Aus dieser heterogenen und im Einzelfall nicht selten auch unklaren Rechtslage folgen Unsicherheiten auch für die Quantifizierung des Einflusses der Frage auf die Verfügbarkeit ausgewiesener Flächen. Das WaLG wird an der vorstehend beschriebenen Rechtslage und deren Unklarheiten nichts Grundlegendes ändern, setzt jedoch klare Anreize sich in der Planung explizit mit der Frage nach der Rotorplatzierung festzulegen. Im WaLG wird keine einheitliche bundesrechtliche Regelung dazu getroffen, ob eine Ausweisung als Rotor-in- oder Rotor-out-Planung stattzufinden hat. In § 2 Nr. 2 WindBG werden vielmehr „Rotor-innerhalb-Flächen“ allein definiert. Sofern Rotor-innerhalb-Flächen in diesem Sinne ausgewiesen werden, sind sie nach § 4 Abs. 3 S. 2 ff. WindBG nur anteilig auf die jeweils maßgeblichen Flächenbeitragswerte nach dem Windenergieflächenbedarfsgesetz anzurechnen. Im Falle von Rotor-out-Flächen findet dagegen gem. § 4 Abs. 3 S. 1 eine vollständige Anrechnung statt.

Gem. § 5 Abs. 4 WindBG wird zudem den Planungsträgern in Fällen, in denen es an einer Bestimmung im Hinblick auf die Platzierung der Rotorblätter von Windenergieanlagen fehlt, befristet gestattet, mittels eines Beschlusses klarzustellen, dass die Rotorblätter nicht innerhalb der ausgewiesenen Fläche liegen müssen. Auf diese Weise kann in Zweifelsfällen für Rechtsklarheit gesorgt und die vollständige Anrechenbarkeit der Flächen auf die Flächenbeitragswerte nach dem Windenergieflächenbedarfsgesetz erreicht werden. Konstitutive Wirkung soll einem solchen Beschluss jedoch gerade nicht zukommen, wie sich aus den Gesetzesmaterialien ergibt.⁶⁷

Voraussetzung für einen klarstellenden Beschluss nach § 5 Abs. 4 WindBG ist mithin das Vorliegen einer materiell-rechtlichen Rotor-out-Planung über deren Vorliegen allein eine gewisse Unklarheit besteht, die beseitigt werden soll. Eine konstitutive Änderung bisheriger materieller Rotor-in-Planungen in Rotor-out-Planungen setzt danach gem. § 1 Abs. 8 BauGB bzw.

⁶⁵ VG Augsburg, Urt. v. 31.07.2015 – 4 A 1052/10, juris Rn. 43

⁶⁶ Albrecht/Zschiegner (2016), S. 172.

⁶⁷ Vgl. Bericht des Ausschusses für Klimaschutz und Energie, BT-Drs. 20/2654, S. 5: „Um Rechtsunsicherheiten zu vermeiden, bedarf es hierzu aber einer expliziten Klarstellung durch den Planungsträger.“

§ 7 Abs. 7 ROG eine Planänderung samt Öffentlichkeitsbeteiligung und Umweltprüfung voraus. Dabei muss insbesondere auch sichergestellt werden, dass die Rotor-out-Planung auch vollziehbar ist, mithin ein Hinausragen der Rotorflügel über die Gebietsgrenzen auf Zulassungsebene nicht regelmäßig an dahinterliegenden Schutzgütern scheitert. Insoweit eröffnet § 5 Abs. 4 WindBG gerade keine Möglichkeit, die Anrechenbarkeit ausgewiesener Flächen zu verbessern, wenn diese nicht auch tatsächlich für die Windenergie nutzbar sind.

4.3 Höhenbeschränkungen

Die Verfügbarkeit ausgewiesener Flächen für die Windenergie kann auch durch Höhenbegrenzungen eingeschränkt werden. Entsprechende Regelungen, die eine maximal zulässige Höhe von Windenergieanlagen vorgeben, finden sich zum Beispiel in den Regionalplänen Prignitz-Oberhavel in Brandenburg und Leipzig-West Sachsen in Sachsen. Höhenbeschränkungen werden in der Regel festgesetzt, um öffentlichen Belangen wie zum Beispiel dem Landschafts- oder Denkmalschutz oder den Erfordernissen der Flugsicherheit gerecht zu werden sowie mit Blick auf die angrenzende Wohnbebauung einen vorsorgenden Schutz vor optisch bedrängender Wirkung zu vermitteln. Zwar können Höhenbeschränkungen theoretisch die Nutzbarkeit bestimmter Standorte auch überhaupt erst herbeiführen, da bei Realisierung höherer Anlagen beispielsweise ein Verstoß gegen das planungsrechtliche Verbot der optisch-bedrängenden Wirkung vorliegen könnte. In aller Regel stellen solche Vorgaben jedoch die Nutzbarkeit der Flächen dadurch in Frage, dass niedrigere Anlagen aufgrund ihrer geringeren Leistung sich unter den Bedingungen des Ausschreibungssystems im EEG nicht wirtschaftlich betreiben lassen oder entsprechend niedrigere Anlagen kaum oder nicht mehr am Markt verfügbar sind.

Nichtsdestotrotz sind Höhenbeschränkungen im Rahmen von Konzentrationszonenplanungen oder der anderweitigen Ausweisung von Flächen für die Windenergie grundsätzlich möglich. Im Falle von Flächennutzungsplänen und Bebauungsplänen besteht gemäß § 5 Abs. 2 Nr. 1 BauGB i. V. m. § 16 Abs. 1 BauNVO bzw. gemäß § 9 Abs. 1 Nr. 1 BauGB i. V. m. § 16 Abs. 3 Nr. 2 ausdrücklich die Möglichkeit Höhenbegrenzungen für bauliche Anlagen (Windenergieanlagen) darzustellen bzw. festzusetzen.⁶⁸ Im Falle von Flächenausweisungen auf der Ebene der Raumordnung, also vor allem in Regionalplänen, fehlt zwar eine ausdrückliche Rechtsgrundlage. Die obergerichtliche Rechtsprechung geht jedoch einhellig davon aus, dass Höhenbeschränkungen grundsätzlich auch auf dieser Planungsebene zulässig sind.⁶⁹

Ihre rechtliche Grenze finden Höhenbeschränkungen erst dort, wo diese dazu führen, dass WEA in den betreffenden Gebieten nicht mehr wirtschaftlich errichtet und betrieben werden können.⁷⁰ Sofern etwa entsprechende WEA nicht am Markt verfügbar sind oder ein wirtschaftlicher Betrieb verfügbarer Anlagen nicht möglich ist, fehlt es bereits an der städtebaulichen bzw. raumordnerischen⁷¹ Erforderlichkeit der Ausweisung.⁷² Zudem kann durch solche Regelungen im Rahmen von Konzentrationszonenplanungen auch das Gebot

⁶⁸ FA Wind (2021), S. 9.

⁶⁹ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 45; OVG Bautzen, Urt. v. 5.12.2018 – 2 L 47/16, juris Rn. 194; Rojahn (2011), S. 660.

⁷⁰ Gatz (2019), S. 65

⁷¹ BVerwG, Beschl. v. 7.2.2005 – 4 BN 1/05, juris Rn. 15.

⁷² OVG Münster, Urt. v. 10.05.2021 – 2 D 100/19.NE, juris Rn. 123.

verletzt sein, wonach der Windenergienutzung substanziell Raum zu verschaffen ist, da dies eine Eignung der Flächen zur Realisierung von wirtschaftlichen WEA voraussetzt.⁷³

Zu berücksichtigen ist allerdings, dass Darstellungen zur Höhenbegrenzung in Konzentrationszonen in Flächennutzungsplänen nach der Rechtsprechung keine absoluten Hindernisse darstellen. Sie besitzen rechtlich allein die Wirkung eines öffentlichen Belangs im Sinne des § 35 Abs. 3 Satz 1 Nr. 1 BauGB, wonach Vorhaben den Darstellungen in einem Flächennutzungsplan nicht widersprechen dürfen. Dieser kann zwar im Einzelfall einem nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 BauGB im Außenbereich privilegierten Windenergievorhaben entgegenstehen. Ob dies der Fall ist, muss jedoch auf Zulassungsebene im Rahmen einer nachvollziehenden Abwägung von der Zulassungsbehörde geprüft und kann auch verneint werden.⁷⁴ In diesen Fällen können mithin entgegen der planerischen Beschränkung gleichwohl höhere Anlagen errichtet werden.

Im Rahmen der Analysen wurden Höhenbeschränkungen berücksichtigt, indem nur Flächen mit einer möglichen Gesamthöhe > 150 m der Windenergieanlagen als verfügbar gewertet wurden. Hintergrund sind die schlechte Marktverfügbarkeit kleiner Anlagen sowie die fragliche Wirtschaftlichkeit im Ausschreibungsverfahren.

Dies bedeutet, dass in der Region Prignitz-Oberhavel nur die Flächen der Zone 2 der verfügbaren Flächenkulisse zugerechnet. Bei Gebietsausweisungen in Niedersachsen und Rheinland-Pfalz wurden Flächen ebenfalls nicht als verfügbar gewertet, sofern in den Metadaten Höhenbeschränkungen ≤ 150 m erfasst sind.

In Sachsen sind Windenergieanlagen mit einem Abstand zur Wohnbebauung innerhalb im Zusammenhang bebauter Ortsteile bis 750 m nur mit einer Gesamthöhe von bis zu 100 m zulässig, während im Bereich zwischen 750 m und 1000 m die Nabenhöhe auf ein Zehntel des Abstands zur Grenze der Siedlungsfläche beschränkt ist. Da dies für die meisten Standorte in Sachsen einen wirtschaftlichen Betrieb ausschließen dürfte, werden diese Flächen ebenfalls als nicht verfügbar gewertet. Zur Ermittlung dieser Flächen erfolgte eine Pufferung der innerhalb der Ortslagen liegenden Siedlungsflächen der Wohnbebauung und der gemischten Nutzung (Basis-DLM) mit 1000 m Radius mit anschließender Verschneidung mit den Windflächen.

In Schleswig-Holstein sind nur solche WEA genehmigungsfähig, deren Gesamthöhe mindestens die fünffache Gesamthöhe (5H) als Abstand zu Gebäuden mit Wohnnutzung, die in Siedlungsbereichen mit Wohn- oder Erholungsfunktion zulässigerweise errichtet sind oder errichtet werden können, einhalten (Koalitionsvertrag 2017-2022). Im bauplanungsrechtlichen Außenbereich nach § 35 BauGB ist ein Abstand von mindestens der dreifachen Gesamthöhe (3H) der Windkraftanlage zu Wohnnutzungen einzuhalten. Die während des Aufstellungsprozesses angenommene Referenzanlage mit einer Gesamthöhe von 150 m wurde bei den Gebietsausweisungen bereits berücksichtigt, sodass die Flächen (unter Berücksichtigung der Planungsvorgabe Rotor-in) mit Anlagen dieser Größe bebaubar sind. Sobald geringfügig weiter in die Flächen eingerückt wird, sind auch größere Anlagen möglich, sodass die Flächen entsprechend der festgelegten Grenze der Höhenbeschränkungen von ≤ 150 m als verfügbar gewertet werden. Tatsächlich bewirkt die Regelung für die Errichtung größerer

⁷³ VGH Mannheim, Urt. v. 12.10.2012 – 8 S 1370/11, juris Rn. 61; OVG Münster, Urt. v. 19.05.2004 – 7 A 3368/02, juris Rn. 49; VG Arnsberg, Urt. v. 25.06.2019 – 4 K 21/18, juris Rn. 143; offengelassen: BVerwG, Urt. v. 31.01.2013 – 4 CN 1/12, juris Rn. 25.

⁷⁴ BVerwG, Urt. v. 31.01.2013 – 4 CN 1/12, juris Rn. 24; *Söfker*, in: Ernst/Zinkahn/Bielenberg/Krautzberger, Baugesetzbuch Werkstand: 143. EL August 2021, § 5 Rn. 18b; VG Braunschweig, Urt. v. 11.05.2022 – 2 A 100/19, juris Rn. 42 f.

Windenergieanlagen jedoch eine erhebliche Einschränkung der verfügbaren Fläche (Pape et al. 2022).

Das WaLG ändert zwar nichts an den Maßstäben für die Zulässigkeit planerisch festgelegter Höhenbeschränkungen für Windenergievorhaben. Gem. § 4 Abs. 1 S. 5 WindBG werden Flächen mit planerischen Höhenbeschränkungen, die in Plänen ausgewiesen werden und erst nach dem Inkrafttreten des WaLG wirksam werden, allerdings nicht länger auf die Flächenbeitragswerte nach dem Windenergieflächenbedarfsgesetz angerechnet. Insoweit können zukünftig ausgewiesene Flächen mit Höhenbeschränkungen allein noch einen Beitrag zum Ausbau der Windenergie leisten, der über die Flächenbeitragswerte des WindBG hinausgeht.

4.4 Pauschalverbote (Thüringer Waldgesetz)

Die Verfügbarkeit planerisch ausgewiesener Flächen wird zudem durch Verbotsregelungen beschränkt, die erst nach Inkrafttreten des jeweiligen Raumplans ihrerseits in Kraft getreten sind. Zwar beeinträchtigen solche Regelungen nicht die Rechtmäßigkeit des jeweils betroffenen Raumplans, für die allein die Rechtslage im Zeitpunkt seines Beschlusses maßgeblich ist, § 214 Abs. 3 S. 1 BauGB, § 11 Abs. 3 S. 1 ROG. Die formal weiterhin ausgewiesenen Flächen, die von der Verbotsregelung betroffen sind, stehen für Windenergienutzungen dann gleichwohl nicht mehr zur Verfügung. Unter bestimmten Voraussetzungen kann ein Plan dann insgesamt funktionslos und damit unwirksam werden.

Während Verbotsregelungen in der Regel bereits im Rahmen der Flächenausweisung Berücksichtigung finden und dazu führen, dass betroffene Flächen gar nicht erst ausgewiesen werden,⁷⁵ ist die vorliegende Konstellation einer nachträglichen Verbotsregelung mit Blick auf das Thüringer Waldgesetz gegeben.⁷⁶ Dieses bereits Ende 2020 geänderte Gesetz sieht in § 10 Abs. 1 über die „Änderung der Nutzungsart“ im neu eingefügten Satz 2 vor, dass „eine Änderung der Nutzungsart zur Errichtung von Windenergieanlagen [...] nicht zulässig“ ist. Damit wird die sog. Waldumwandlung, die erforderlich ist, wenn eine Windenergieanlage auf eine Waldfläche im Sinne von § 2 ThürWaldG errichtet werden soll, allgemein ausgeschlossen.

Die Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächen für die Windenergie in den Planungsregionen in Thüringen war hiervon in unterschiedlichem Maße betroffen. Eine Auswertung der Auswirkungen auf die Flächenverfügbarkeit zeigte, dass durch Anwendung des Waldgesetzes insbesondere in Südwestthüringen und Ostthüringen 69 bzw. 40 % der Flächen für eine Bebauung mit Windenergieanlagen nicht mehr nutzbar sind. Im Gegensatz dazu waren in den Planungsregionen Nord- und Mittelthüringen maximal drei Prozent der ausgewiesenen Flächen von dem Gesetz betroffen.⁷⁷ Inzwischen ist § 10 Abs. 1 S. 2 ThürWaldG durch Beschluss des Bundesverfassungsgerichts jedoch wegen Verstoßes unter anderem gegen das Eigentumsgrundrecht betroffener Waldeigentümer aus Art. 14 Abs. 1 GG für verfassungswidrig erklärt worden.⁷⁸

⁷⁵ § 8 Abs. 1 S. 3 LWaldG ST; § 9 Abs. 2 S. 3 LWaldG SH; Regelungen finden sich zudem teils in Landesentwicklungsplänen, siehe G 5.1.5, LEP Sachsen 2013; vgl. auch FA-Wind (2021a), S. 19.

⁷⁶ Climate Change 67/2021.

⁷⁷ Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht (2021): „Auswirkungen von Gesetzesänderungen auf Raumordnungspläne am Beispiel aktueller Entwicklungen in Thüringen“, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-von-gesetzesanderungen-auf>.

⁷⁸ BVerfG, Beschl. v. 27.9.2022 – 1 BvR 2661/21.

4.5 Übersicht über die in dieser Studie berücksichtigten Einschränkungen der Verfügbarkeit der Flächenkulisse

Tabelle 9 gibt eine Übersicht über alle in der Studie berücksichtigten Einschränkungen der Verfügbarkeit der Flächenkulisse. In der Analyse wurden alle in dieser Tabelle zusammengeführten Einschränkungen zur Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse berücksichtigt. Die Auswirkungen des Wegfalls der 10 H-Regelung für die in dieser Studie untersuchten ausgewiesenen Windflächen der Regional- und Bauleitplanung bzw. Windenergiegebiete im Sinne des WindBG (vgl. Abschnitt 4.1.4) sowie des Wegfalls des Verbots für Windenergieanlagen auf Waldflächen in Thüringen (vgl. Abschnitt 4.4) werden in den Untersuchungen in Kapitel 6 ff. separat aufgezeigt.⁷⁹

Tabelle 9: Berücksichtigte Einschränkungen der Verfügbarkeit je Bundesland

Bundesland	Siedlungsabstände	Rotor-in Regionalplanung (Bauleitplanung fast immer)	Höhenbeschränkungen	Pauschale Verbote
BB	Ja, gilt nur für Entwurf (Prignitz-Oberhavel)	Ja	Ja, in Entwurf Prignitz-Oberhavel, Ausschluss der Flächen	-
BE	-	-	-	-
BW	-	Ja, in ca. der Hälfte der Regionen	-	-
BY	Ja, auch für Bestandspläne*	Nein	-	-
HB	-	BLP teilw. Rotor-out	-	-
HE	-	Nein	-	-
HH	-	BLP Rotor-out	-	-
MV	-	Nein	-	-
NI	-	Ja, in den meisten Regionen	BLP: Ja, bis 150 m Gesamtbauhöhe ausgeschlossen	-
NW	<i>Ja, aber nicht berücksichtigt, Auswirkung minimal, da nur für Entwürfe auf BLP-Ebene</i>	Ja	-	-
RP	Ja, 900 m nach zukünftiger Regelung berücksichtigt	Ja	BLP: Ja, bis 150 m Gesamtbauhöhe ausgeschlossen	-

⁷⁹ Aufgrund der Änderungen zur 10 H-Regelungen sowie dem Beschluss des Bundesverfassungsgerichts zum Thüringer Waldgesetz kurz vor Finalisierung dieses Berichts und nach Vorliegen der Endergebnisse konnten die Auswirkungen auf die Flächenkulisse nicht mehr grundsätzlich in die Darstellung der gesamten Flächenkulisse 2021 und 2030 aufgenommen werden.

Bundesland	Siedlungsabstände	Rotor-in Regionalplanung (Bauleitplanung fast immer)	Höhenbeschränkungen	Pauschale Verbote
SH	-	Ja	<i>Ja, 5H/3H, nicht berücksichtigt</i>	-
SL	-	Ja	-	-
SN	Ja, nur für Entwurfspläne (Oberlausitz- Niederschlesien)	In 3 von 4 Regionen	Ja, in Leipzig- West Sachsen, Ausschluss der Flächen	-
ST	-	Nur in 1 von 5 Regionen	-	-
TH	<i>Ja, aber nicht berücksichtigt, da die Einführung erst nach Abschluss der quantitativen Analysen erfolgte</i>	Ja	-	Thüringer Waldgesetz*

* Auswirkungen des Wegfalls dieser Regelungen werden separat in der Untersuchung ausgewiesen

5 Nutzbarkeit der verfügbaren Flächenkulisse

Durch die Verringerung der ausgewiesenen Flächenkulisse um Mindestabstände, Rotor-in-Anforderungen, Höhenbeschränkungen und Pauschalverbote siehe Kapitel 4.1 bis 4.4 wurde die verfügbare Flächenkulisse bestimmt. Die verfügbare Flächenkulisse unterliegt in der Praxis jedoch oftmals weiteren Einschränkungen durch diverse Hemmnisse, die bei der Flächenausweisung nicht bekannt sind oder nur bedingt berücksichtigt werden können, z. B. durch den Natur- und Artenschutz, Drehfunkfeuer oder fehlenden Flächenzugriff. Diese Einschränkungen der Nutzbarkeit der verfügbaren Flächenkulisse werden im weiteren Kapitel quantifiziert. Hierzu werden drei unterschiedliche Ansätze gewählt. Einerseits erfolgt eine GIS-Analyse älterer, rechtskräftiger Pläne bis 2015. Für 2016 bis 2020 erfolgte eine Umfrage unter Projektierern zu Hemmnissen von Einzelflächen. Für zukünftige Entwürfe wurden die Projektierer zudem um eine Einschätzung der Nutzbarkeit gebeten. Über die Ansätze hinweg wird die Nicht-Nutzbarkeit der Flächenkulisse im Durchschnitt auf ungefähr 30 % geschätzt.

5.1 Nutzbarkeit der bis 2015 ausgewiesenen Windflächen

Die Ergebnisse der GIS-Analyse für Flächen mit Ausweisung bis 2015 sind in Tabelle 10 für die Regional- und in Tabelle 11 für die Bauleitplanung dargestellt. Für nicht gelistete Bundesländer lagen keine rechtskräftigen Pläne mit Ausweisungsdatum vor 2015 auf Ebene der Regional- bzw. der Bauleitplanung vor. Es zeigt sich, dass 19 % respektive 37 % des auf den Flächen vorhandenen Leistungspotenzial bis heute nicht genutzt wurde. Es ist daher davon auszugehen, dass auf diesen Flächen ein Hemmnis zur Nutzung vorliegt oder die zivilrechtliche Flächensicherung nicht möglich war, da diese Flächen ansonsten bis heute genutzt worden wären.

Tabelle 10: Nicht-Nutzbarkeit rechtskräftiger Regionalpläne mit Ausweisung bis 2015

Bundesland	Leistungspotenzial gesamt in MW	Freies Leistungspotenzial in MW	Nicht-Nutzbarkeit nach Leistung
BW	1.351	456	34 %
BY	851	695	82 %
MV	718	19	3 %
NI	1.118	80	7 %
NW	6	0	0 %
RP	887	172	19 %
SL	267	78	29 %
SN	577	22	4 %
ST	3.769	378	10 %
TH	624	34	5 %
DEU	10.167	1.935	19 %

Tabelle 11: Nicht-Nutzbarkeit rechtskräftiger Bauleitpläne mit Ausweisung bis 2015

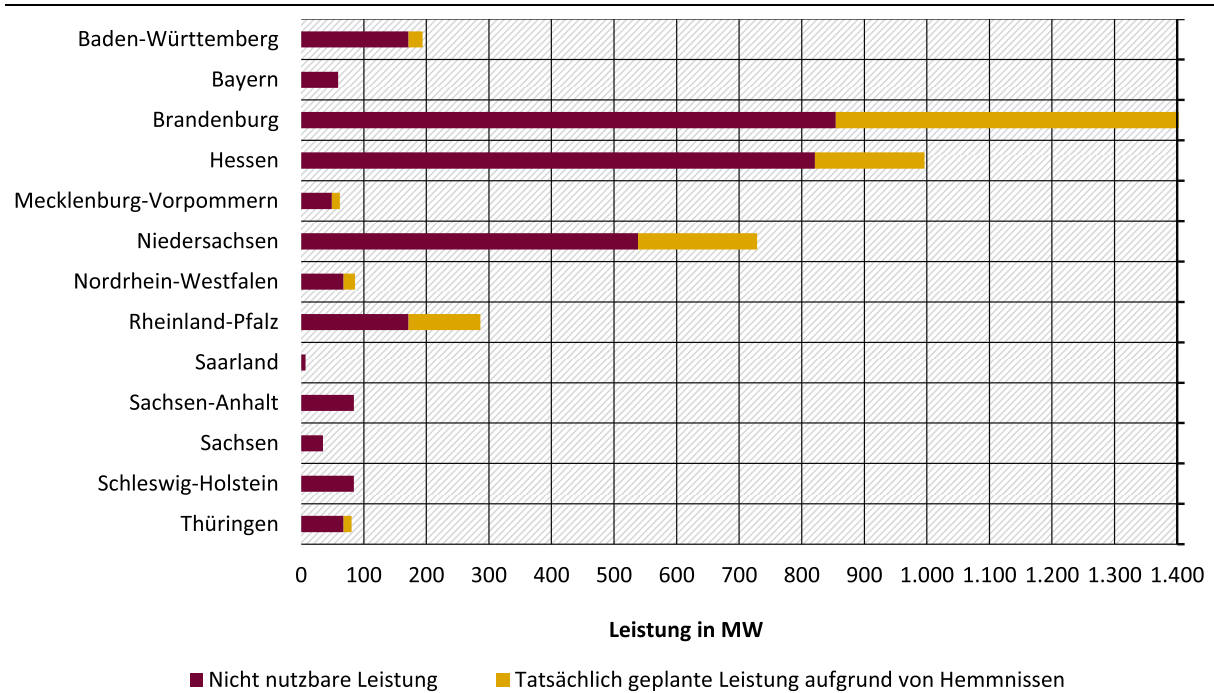
Bundesland	Leistungspotenzial gesamt in MW	Freies Leistungspotenzial in MW	Nicht-Nutzbarkeit nach Leistung
BW	2.591	1.329	51 %
BY	11	6	50 %
HB	192	0	0 %
HH	134	6	5 %
NI	6	0	0 %
NW	1.226	267	22 %
RP	5.559	1.775	32 %
SL	978	539	55 %
DEU	10.696	3.992	37 %

5.2 Nutzbarkeit der zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Windflächen

Die Nutzbarkeit von Flächen der Regional- und Bauleitplanung mit Ausweisung zwischen 2016 und 2020 wurde anhand einer Umfrage mit Projektierern erfasst.

Abbildung 9 zeigt die Ergebnisse der mit der Fläche erfassten Informationen zu Einzelflächen auf, bei denen Einschränkungen der Nutzbarkeit durch ein oder mehrere Hemmnisse vorlagen. Dargestellt ist die tatsächlich geplante Leistung und die nicht nutzbare Leistung der Einzelflächen je Bundesland. Die aufgrund von Hemmnissen tatsächlich nur geplante bzw. realisierte Leistung ist die Leistung, die Projektierer noch auf der Fläche installieren bzw. planen konnten, nachdem die Hemmnisse berücksichtigt wurden. Der Gesamtbalken stellt somit die üblicherweise installierbare Leistung auf den von Hemmnissen betroffenen Flächen dar, basierend auf den Angaben der Projektierer. Insgesamt beläuft sich die nicht nutzbare Leistung auf 3.010 MW. 1.137 MW konnten auf den von Einschränkungen betroffenen zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen mit insgesamt 4.147 MW üblicherweise installierbarer Leistung umgesetzt werden.

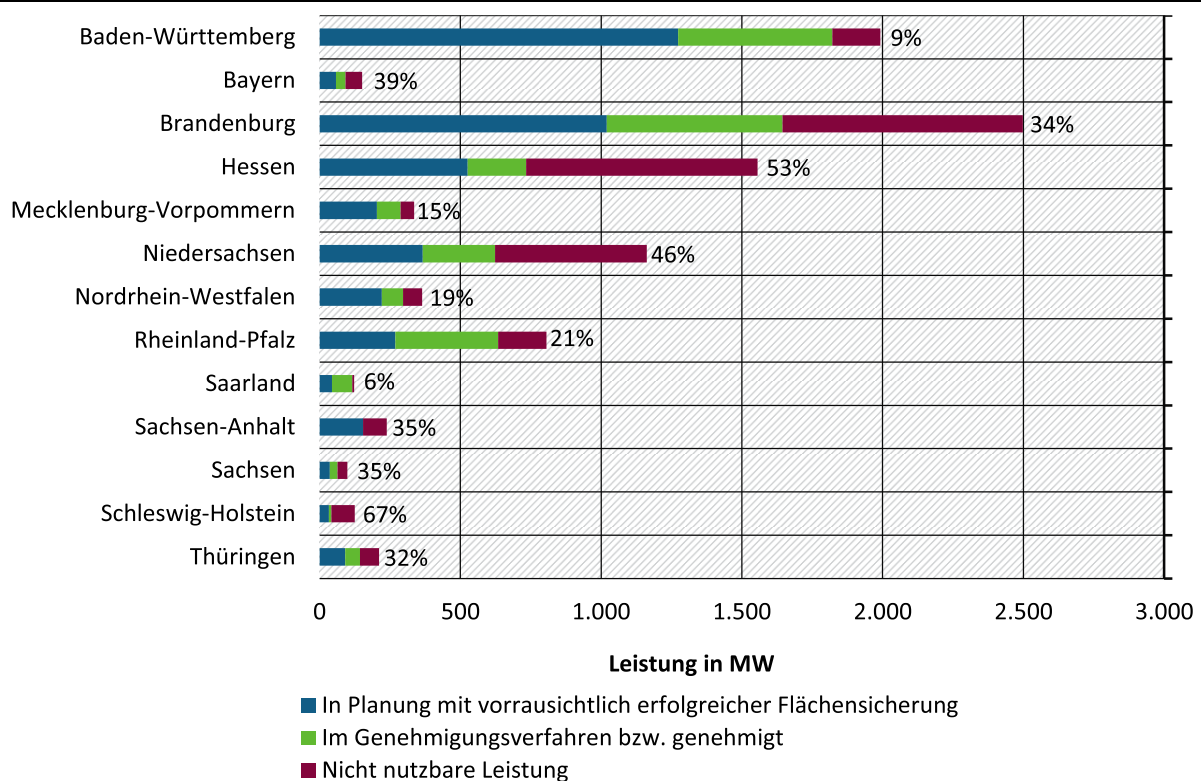
Abbildung 9: Nicht nutzbarer Leistungsanteil der Projekte auf zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen mit Einschränkungen der Nutzbarkeit



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse

Hinweis: Für die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg wurden keine Projekte mit der Umfrage erfasst.

In der Umfrage wurde weiterhin erfasst, welches Projektvolumen auf den zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen und von den an der Umfrage beteiligten Projektierern beplant und wahrscheinlich realisiert werden kann, um Rückschlüsse auf die Nutzbarkeit der Flächenkulisse 2016 bis 2020 zu ziehen. Abbildung 10 zeigt im Ergebnis den Anteil der nicht nutzbaren Leistung am gesamten Projektvolumen nach Bundesländern. Dargestellt ist das gesamte Projektvolumen als Balken je Bundesland, welches von der Umfrage erfasst wurde. Dieses unterteilt sich in Projekte in Planung mit voraussichtlich erfolgreicher Flächensicherung (d. h. nur geringen verbleibenden Unsicherheiten ob von mehr als einem Projektierer angegeben), Projekte im Genehmigungsverfahren bzw. bereits genehmigte Projekte sowie die über die Einzelflächeninformationen erfasste nicht nutzbare Fläche. Die größten Projektvolumina inkl. der nicht nutzbaren Leistung wurden für Baden-Württemberg (1.992 MW), Brandenburg (2.499 MW), Hessen (1.555 MW), Niedersachsen (1.162 MW) und Rheinland-Pfalz (805 MW) erfasst.

Abbildung 10: Anteil der nicht nutzbaren Leistung am gesamten Projektvolumen

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse

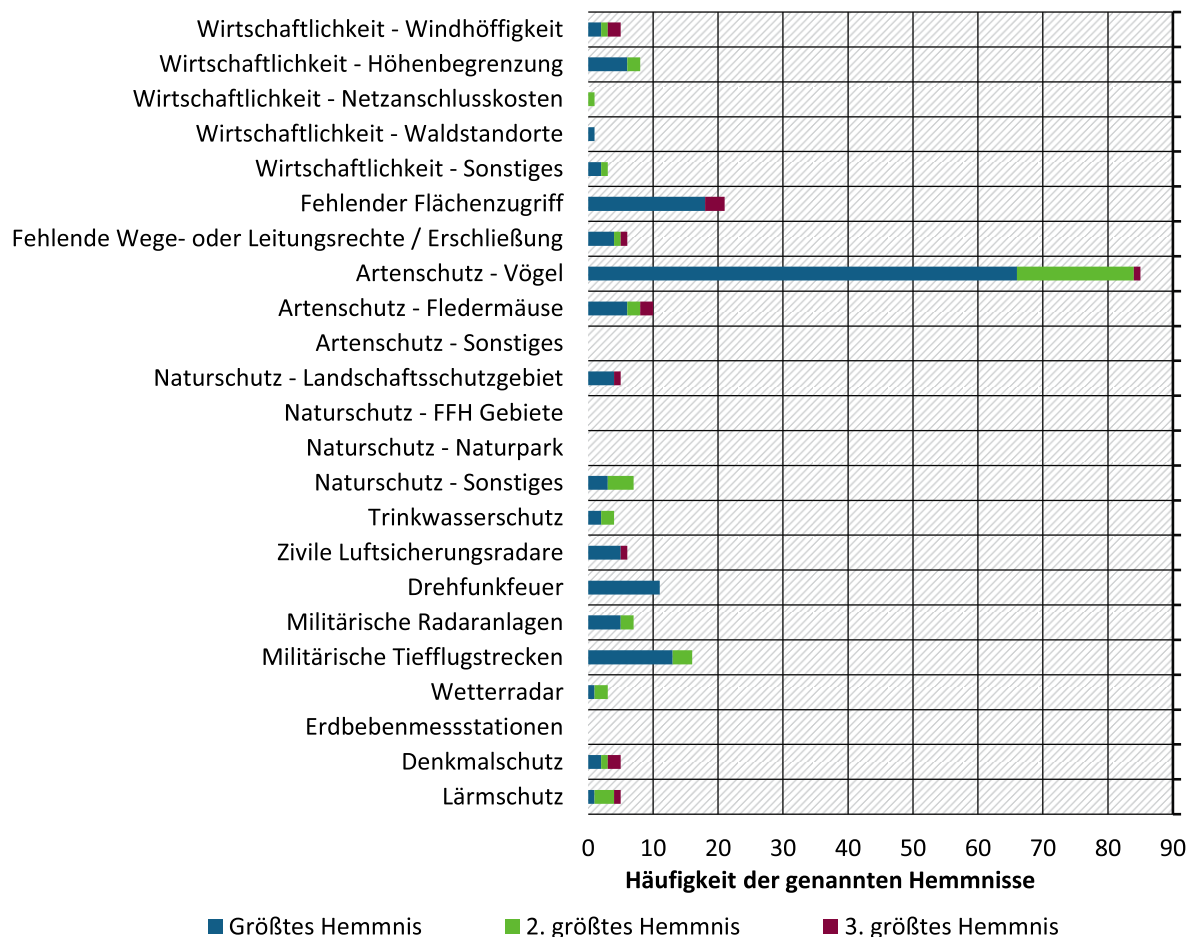
Die Prozentangaben innerhalb der Abbildung zeigen den prozentualen Anteil der nicht nutzbaren Leistung am gesamten Projektvolumen.

Hinweis: Für die Stadtstaaten Berlin, Bremen und Hamburg wurden keine Projekte mit der Umfrage erfasst.

Die Abbildung gibt weiterhin den Anteil der nicht nutzbaren Leistung am gesamten Projektvolumen inkl. der nicht nutzbaren Leistung in Prozent an. Die erfassten Angaben zeigen eine große Bandbreite von 6 bis 67 % Nicht-Nutzbarkeit auf, wobei die Angaben jedenfalls in den Bundesländern mit geringen erfassten Projektvolumina nicht repräsentativ und deutlich weniger aussagekräftig sind. So wurden zum Beispiel die Regionalpläne in Schleswig-Holstein erst Ende 2020 und damit erst kurz vor dem Zeitpunkt der Umfrage im ersten Quartal 2021 rechtskräftig, was das geringe gemeldete Projektvolumen erklärt. Für Niedersachsen, Brandenburg, Hessen und Rheinland-Pfalz wurde bisher eine Nicht-Nutzbarkeit von 21 bis 53 % ermittelt bei Projektvolumina inkl. der nicht nutzbaren Leistung von jeweils über 1.000 MW. Für Baden-Württemberg wurde hingegen nur eine Nicht-Nutzbarkeit von 9 % bei über 1.900 MW Projektvolumen inkl. der nicht nutzbaren Leistung ermittelt. Einen hohen Einfluss hat hierbei die Rückmeldung eines Projektierers, der ein hohes Projektvolumen gemeldet hat, bei dem er davon ausgeht, dass dieses erfolgreich realisiert werden kann. Insgesamt liegt die durchschnittliche, über alle Bundesländer hinweg ermittelte Nicht-Nutzbarkeit bei 31 %. Die Ergebnisse zeigen, dass es größere Unterschiede der Nicht-Nutzbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse zwischen einzelnen Bundesländern bzw. Regionen geben kann. Strukturelle, räumliche Unterschiede lassen sich nicht ableiten. Aufgrund der für einzelne Bundesländer nur geringen erfassten Projektvolumen ist eine räumliche Differenzierung der Nicht-Nutzbarkeit in der weiteren Analyse nicht ratsam.

Abbildung 11 zeigt die Anzahl der Nennungen der Hemmnisse. Für jede der mit der Umfrage erfassten 166 Einzelflächen konnten die Projektierer bis zu drei Hemmnisse angeben, die die (teilweise) Nicht-Nutzbarkeit der Fläche begründen. Die wirtschaftlichen Hemmnisse wurden 18 Mal genannt, die privatrechtlichen Hemmnisse 27 Mal und die genehmigungsrechtlichen Hemmnisse 164 Mal.

Abbildung 11: Häufigkeit der genannten Hemmnisse



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Hinweis: Die erfasste Gesamtanzahl der Projekte mit Einschränkungen der Nutzbarkeit beträgt 166.

Die mit Abstand meisten Nennungen (85) erhielt das Hemmnis „Artenschutz – Vögel“. Dieses betrifft über 50 % der erfassten Flächen. Fehlender Flächenzugriff wurde 21 Mal genannt, militärische Tiefflugstrecken 16 Mal und Drehfunkfeuer 11 Mal.

Nur wenige oder keine Nennungen entfallen auf die Hemmnisse Netzanschlusskosten, Waldstandorte, FFH-Gebiete, Naturparke, Wetterradar und Erdbebenmessstationen.

Die relativ geringe Nennung von Drehfunkfeuern als Hemmnis mag vor dem Hintergrund der Branchenumfrage der FA Wind aus 2019, welche die Blockierung der Genehmigungen von Anlagen mit einer Leistung von ca. 4.800 MW durch Drehfunkfeuer ergab⁸⁰, überraschen und bedarf einer tiefergehenden Betrachtung. Zur weiteren Einordnung wurden Interviews mit der

⁸⁰FA Wind (2019): Hemmnisse beim Ausbau der Windenergie in Deutschland, FA Wind.

https://www.fachagentur-windenergie.de/fileadmin/files/Veroeffentlichungen/Analysen/FA_Wind_Branchenumfrage_beklagte_WEA_Hemmnisse_DVOR_und_Militaer_07-2019.pdf (02.02.2021)

FA Wind sowie dem Bundesaufsichtsamt für Flugsicherung (BAF) und der Deutsche Flugsicherung (DFS), welche die Drehfunkfeuer betreibt, geführt.

Es hat sich gezeigt, dass die Differenz der durch Drehfunkfeuer blockierten Leistung zum einen auf die seit Juni 2020 genutzte neue Bewertungsmethodik zurück zu führen ist. Diese ermittelt eine geringere Störwirkung durch die Anlagen und führt dazu, dass speziell im 7- bis 15-km-Radius um ein Doppler Very High Frequency Omnidirectional Radio (DVOR) tendenziell mehr Windenergieanlagen genehmigt werden können. Prinzipiell gilt bei der Prüfung immer die kumulierte Störung von allen im Radius eines DVOR stehenden Anlagen. Je näher eine Windenergieanlage an einem Drehfunkfeuer gebaut wird, desto höher die Störungswirkung. Vereinfacht lässt sich sagen, dass je größer die Abstände zum DVOR sind, desto mehr Anlagen können innerhalb des Anlagenschutzbereiches (bisher 15 km Radius) genehmigt werden. Vorhaben, die sich noch im Genehmigungsverfahren befanden und vor der Einführung der neuen Berechnungsmethodik eine negative Stellungnahme erhalten hatten, wurden erneut geprüft. Das hat nach Angaben des BAF zu einer signifikant höheren Anzahl an Postitivbescheiden geführt. Eine angepasste Bewertungsmethodik für Classic Very High Frequency Omnidirectional Radio-Anlagen (CVOR) ist noch ausstehend, jedoch aufgrund des geplanten weitgehenden Rückbaus dieser Anlagen weniger relevant.

Mittelfristig werden durch die Umstellung auf satellitengestützte Navigation insgesamt weniger Drehfunkfeuer benötigt. Deswegen werden in den kommenden Jahren eine Reihe von CVOR-Anlagen abgebaut und andere durch moderne und weniger störungsanfällige DVOR-Anlagen ersetzt. Darüber hinaus sollen auch einige DVOR-Anlagen abgebaut werden. Das BAF und die DFS hoffen, dass der Prozess bis 2030 abgeschlossen ist. Nach aktuellen Angaben sollen zukünftig nur noch ca. ein Drittel der heutigen Anlagen benötigt werden.⁸¹ Dieser Prozess ist als äußerst positiv für die Windenergie an Land zu bewerten.

Eine Analyse aller 592 bei der BAF eingegangenen Prüfanträge seit 2017 (Stand 15.09.2021) zeigt jedoch immer noch eine Differenz zu den von der FA Wind ermittelten 4.800 MW durch Drehfunkfeuer blockierte Leistung. Hier hat sich jedoch gezeigt, dass die FA Wind in ihrer Umfrage auch solche Projekte erfasst hat, bei denen bereits die Vorprüfung ein Hindernis aufgezeigt hat. Hier wird dann häufig vom Projektierer entschieden keine formale Prüfung durch das BAF zu beantragen.

Drehfunkfeuer

Drehfunkfeuer werden unterschieden in die störungsanfälligeren CVOR und die weniger störungsanfälligen DVOR oder Doppler-VOR. Windenergieanlagen, die in einem 15-km-Radius um ein CVOR oder DVOR herum errichtet werden sollen, unterliegen einer Einzelfallprüfung durch das BAF. Das BAF lässt hierfür ein Gutachten durch die DFS erstellen.

Insgesamt sind in Deutschland 55 Drehfunkfeuer in Betrieb (DFS, 2020). Zwei Entwicklungen deuten jedoch auf eine kurz- und mittelfristige Verbesserung der Situation hin. Die Einführung einer neuen Bewertungsmethode der Störanfälligkeit von DVOR-Anlagen und die Umstellung auf satellitengestützte Navigation, d. h. performance-based-navigation (PBN) und den damit verbundenen Rück- oder Umbau von CVOR- und DVOR-Anlagen bis voraussichtlich 2030.

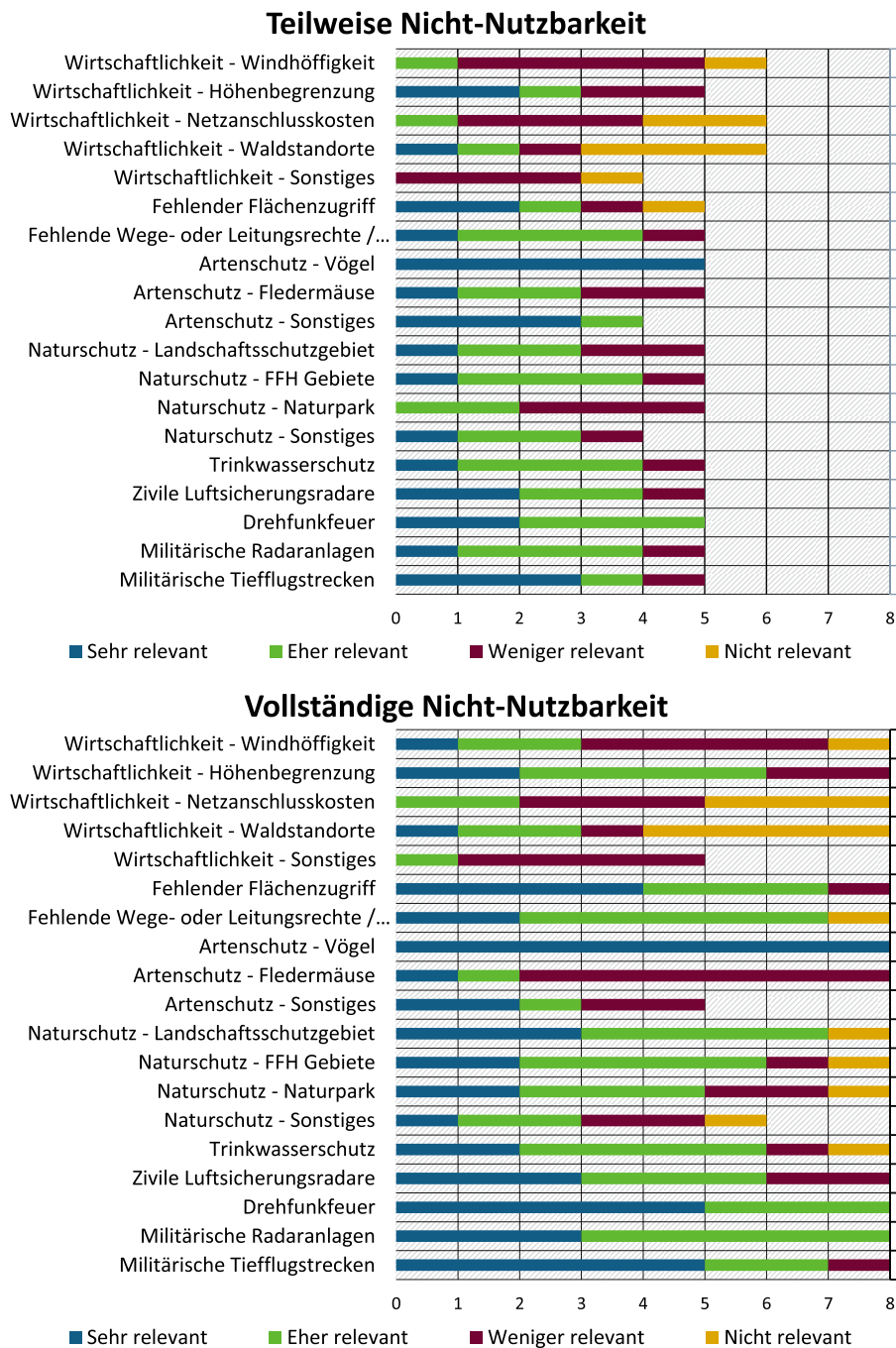
⁸¹DFS (2020): Navigation der Zukunft beginnt im Norden, https://www.dfs.de/dfs_homepage/de/Presse/Pressemitteilungen/2020/23.06.2020.-%20Navigation%20der%20Zukunft%20beginnt%20im%20Norden/ (04.02.2021)

5.3 Nutzbarkeit zukünftig ab 2021 ausgewiesener Windflächen

Weiterhin wurden die Projektierer in der Anfang 2021 durchgeführten Umfrage gezielt zu der Entwicklung der Hemmnisse zur Nutzung von Windflächen, d. h. in Bezug auf zukünftige Flächenausweisungen ab 2021 befragt.

Hierfür wurde die Relevanz von einzelnen Hemmnissen für die Nicht-Nutzbarkeit von zukünftigen Flächenausweisungen abgefragt. Das Ergebnis dieser Befragung ist in Abbildung 12 zusammengefasst, getrennt für Flächen mit vollständiger Nicht-Nutzbarkeit und Flächen mit teilweiser Nicht-Nutzbarkeit. Der Abbildung ist deutlich zu entnehmen, dass die Projektierer erwarten, dass der Artenschutz das prominenteste Hemmnis bleibt. Weiter relevant bleiben Drehfunkfeuer, militärische Radaranlagen und Tiefflugstrecken, fehlende Wege- oder Leitungsrechte und fehlender Flächenzugriff. Natur- und Landschaftsschutz wird ebenfalls als relevantes Hemmnis eingestuft. Als weniger oder nicht relevant werden wirtschaftliche Hemmnisse bei Waldstandorten, aufgrund von Netzanschlusskosten oder geringerer Windhöflichkeit eingestuft. Lediglich Höhenbeschränkungen werden überwiegend als sehr oder eher relevantes Hemmnis eingestuft.

Abbildung 12: Relevanz von Hemmnissen von zukünftigen Flächen mit vollständiger bzw. teilweiser Nicht-Nutzbarkeit



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

5.4 Zusammenfassung der Ergebnisse und abschließende Einordnung der Nicht-Nutzbarkeit von Windflächen

Die Umfrageergebnisse zeigen eine durchschnittliche Nicht-Nutzbarkeit der Flächenausweisungen für die Windenergie an Land von 30 % hin. Die durchschnittliche Nicht-Nutzbarkeit der zwischen 2016 und 2020 ausgewiesenen Flächen der Regional- und Bauleitplanung beträgt 31 %, basierend auf fast 10 GW erfasstem Projektvolumen. Die

Schätzungen der Projektierer für die Nicht-Nutzbarkeit zukünftiger Flächenausweisungen liegen durchschnittlich ebenfalls bei ca. 30 %, weisen jedoch eine hohe Streuung auf.

Die GIS-Analyse der noch rechtskräftigen Regionalpläne mit Ausweisungsjahr bis 2015 zeigt geringere Werte. Die Nicht-Nutzbarkeit liegt hier bei 19 %. Unsicherheiten bestehen hierbei jedoch bzgl. einer zukünftigen, erneuten Nutzung der bereits bebauten Flächen mit WEA der aktuellen Anlagengeneration (Repoweringpotenzial). Die GIS- Analyse der noch rechtskräftigen Flächennutzungspläne der Bauleitplanung mit Ausweisungsjahr bis 2015 zeigt hingegen deutlich stärkere Einschränkungen der Nutzbarkeit. Hier liegt der durchschnittliche Wert bei 37 %.

Insgesamt erscheint somit ein Wert von durchschnittlich ca. 30 % Nicht-Nutzbarkeit die Einschränkungen in der Praxis gut abzubilden. Inwieweit dieser Wert in der Zukunft durch Maßnahmen reduziert werden kann ist unsicher. Zwar führen Maßnahmen zum Abbau von Hemmnissen grundsätzlich zur Erhöhung der Nutzbarkeit (z. B. geringere Prüfradien um Drehfunkfeuer und Wetterradare), jedoch muss bei umfassenden zukünftigen Flächenausweisungen in der Zukunft stärker auf Gebiete mit hohem Konfliktpotenzial zurückgegriffen werden, die eine geringe Nutzbarkeit aufweisen können.

Daher wird in der weiteren Analyse, d. h. insbesondere bei der Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs, im **Basisfall** weiterhin eine **Nicht-Nutzbarkeit von 30 %** angesetzt.

Die Ergebnisse zeigen zudem, dass es größere Unterschiede der Nicht-Nutzbarkeit der Flächenkulisse zwischen einzelnen Bundesländern bzw. Regionen geben kann. Strukturelle, räumliche Unterschiede lassen sich mit der Analyse jedoch nicht ableiten.

6 Ergebnisse zur ausgewiesenen und verfügbaren Flächenkulisse

Die ausgewiesene Flächenkulisse gibt den Flächenumfang der Regionalplanung und der darüberhinausgehenden Flächen der Bauleitplanung wieder. Die verfügbare Flächenkulisse zeigt auf, welcher Anteil der Flächen nicht von Einschränkungen der Verfügbarkeit betroffen ist (vgl. Kapitel 4).

Tabelle 12 zeigt die Ergebnisse in der Übersicht. Die **ausgewiesene, rechtskräftige Flächenkulisse 2021** beträgt **0,79 % der Bundesfläche**. Die **verfügbare Flächenkulisse** beträgt **0,47 % der Bundesfläche**. Die ausgewiesene Flächenkulisse ist somit zu 40 % in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt. Treten alle vorliegenden Entwurfspläne im jetzigen Umfang in Kraft, beträgt die **ausgewiesene Fläche 2030 0,97 % der Bundesfläche**. Die **verfügbare Flächenkulisse in 2030** beträgt **0,61 % der Bundesfläche**. Die Einschränkungen der Verfügbarkeit beträgt somit 37 %. Der zukünftige Wegfall der 10 H-Regelung in Bayern ist hier nicht berücksichtigt.

Die aktuellen Entwurfspläne können die ausgewiesene Flächenkulisse somit um 650 km² bzw. 23 % erhöhen. Die Erhöhung der verfügbaren Flächenkulisse liegt bei 490 km² bzw. 29 %. Dieses Flächenpotenzial kann gehoben werden, wenn die aktuellen Entwurfspläne ohne weitere Reduzierungen der Fläche rechtskräftig werden.

Tabelle 12: Ausgewiesene und verfügbare Fläche 2021 und 2030

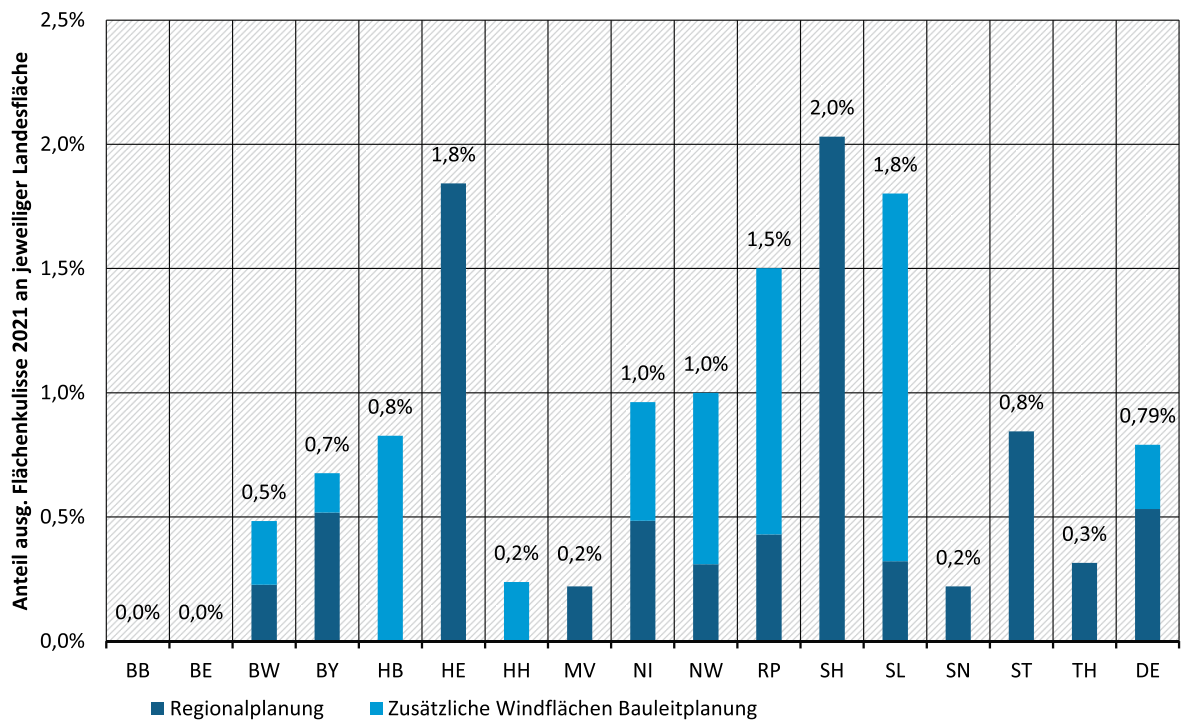
	Ausgewiesene Fläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [% der Bundesfläche]	Verfügbare Fläche [km ²]	Verfügbare Fläche [% der Bundesfläche]	Einschränkung der ausgewiesenen Flächenkulisse
2021	2.830	0,79 %	1.690	0,47 %	-40 %
2030	3.480	0,97 %	2.180	0,61 %	-37 %

Die folgenden Abschnitte 6.1 und 6.2 zeigen die Ergebnisse für 2021 und 2030 auf Landesebene. Abschnitt 6.3 befasst sich gesondert mit der Flächenkulisse der Bauleitplanung und deren möglichem Beitrag zur Entwicklung der Windenergie. In Abschnitt 6.4 erfolgt eine Einordnung der Ergebnisse vor dem Hintergrund der im Windenergieflächenbedarfsgesetz festgelegten Flächenziele.

6.1 Die Flächenkulisse 2021

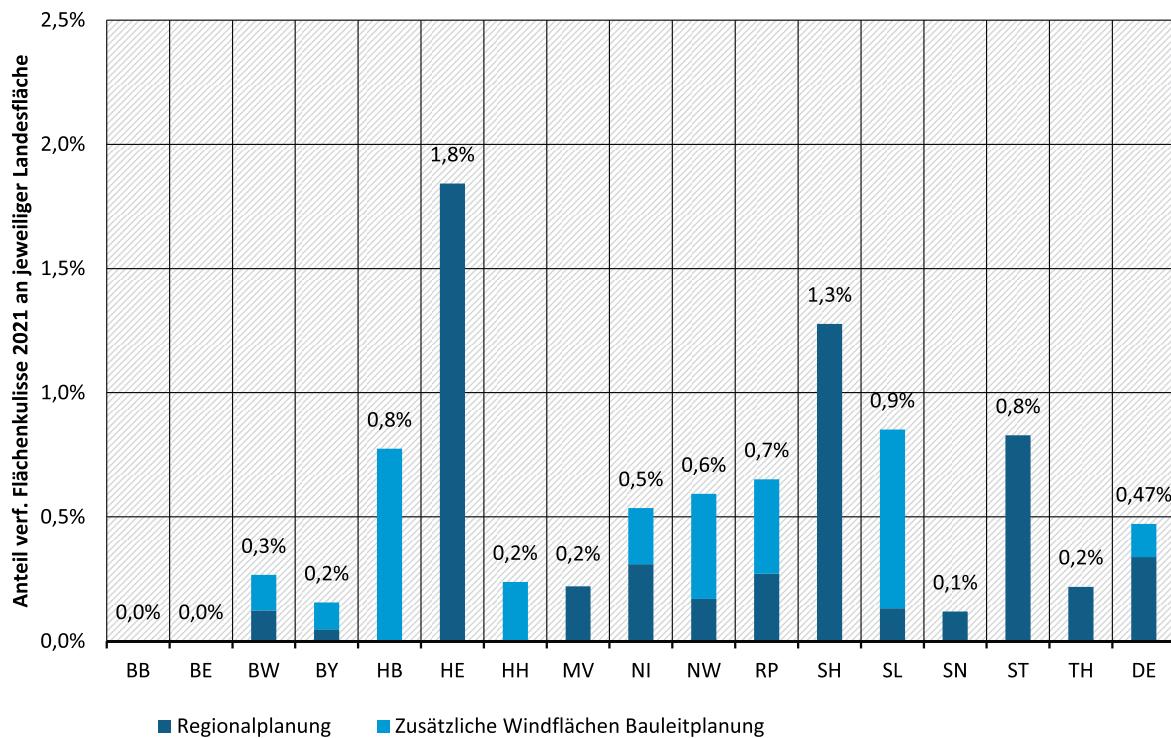
Die Betrachtung für 2021 beinhaltet alle rechtskräftigen Flächen der Regional- und Bauleitplanung. Bundesweit beträgt die **ausgewiesene Flächenkulisse 2.830 km²**. Dies entspricht einem **Anteil der Bundesfläche von 0,79 %**. Hiervon entfallen ca. 1.910 km² bzw. **67 % auf Flächen der Regionalplanung**. Die darüberhinausgehende Flächenkulisse der **Bauleitplanung** beträgt 920 km² bzw. **33 %** der gesamten Flächenkulisse.

Abbildung 13 stellt den Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2021 als Anteil der jeweiligen Landesfläche der Bundesländer dar. Die höchsten Werte erreichen Schleswig-Holstein, Hessen, das Saarland sowie Rheinland-Pfalz. Mecklenburg-Vorpommern, Sachsen, Thüringen und Baden-Württemberg haben derzeit nur einen geringen Anteil der Landesflächen rechtskräftig ausgewiesen. Schlusslicht ist Brandenburg, wo zuletzt alle Planungen gerichtlich für unwirksam erklärt wurden und somit aktuell keine rechtskräftig ausgewiesenen Flächen vorliegen.

Abbildung 13: Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2021 an der jeweiligen Landesfläche

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Nach Berücksichtigung der Einschränkungen der Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse verbleiben **1.690 km² verfügbare Flächenkulisse** bzw. **0,47 % der Bundesfläche**. Abbildung 14 zeigt den Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2021 je Bundesland an der jeweiligen Landesfläche. Im Vergleich zu Abbildung 13 ist deutlich zu sehen, dass bei fast allen Bundesländern die verfügbare Flächenkulisse deutlich kleiner ist als die ausgewiesene. Einzige Ausnahmen bilden Hessen und Mecklenburg-Vorpommern, wo Flächen für die Windenergie an Land als Rotor-out-Flächen ausgewiesen werden und keine weiteren Einschränkungen vorliegen. In Sachsen-Anhalt gilt in nur einer Region Rotor-in, sodass die Einschränkungen der Flächenkulisse nur sehr gering sind. Eine vollständige Liste der Einschränkungen der Verfügbarkeit ist Tabelle 1 zu entnehmen.

Abbildung 14: Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2021 an der jeweiligen Landesfläche

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Die Analyse zeigt, dass nur Hessen und Schleswig-Holstein bereits über 1 % der Landesfläche für die Windenergie an Land tatsächlich zur Verfügung stellen. Das Saarland, Sachsen-Anhalt, und Bremen erreichen zudem Werte nahe von 1 % der Landesfläche. Für die Länder mit nicht abschließender Regionalplanung bzw. in einzelnen Regionen ausschließlicher Flächenausweisung auf Ebene der Bauleitplanung zeigt sich zudem die Relevanz der Bauleitplanung. Oftmals liegt in diesen Bundesländern der Anteil der zusätzlichen Flächen der Bauleitplanung bei mehr als 50 % Anteil an der gesamten Flächenkulisse des Bundeslandes. An dieser Stelle sei jedoch bereits auf Unsicherheiten bzgl. des Alters der Flächen der Bauleitplanung in Niedersachsen, Bayern und zum Teil in Nordrhein-Westfalen sowie auf einen hohen Anteil an Altflächen mit Ausweisungsjahr bis 2015 in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und dem Saarland hingewiesen (vgl. Abschnitt 6.3.1).

Die Werte zu den Abbildungen 13 und 14 sind in Tabelle 13 zu finden. Diese listet in der zweiten Spalte die Landesfläche in km² und in den darauffolgenden Spalten jeweils für die ausgewiesene und die verfügbare Fläche die Ergebnisse in km² bzw. in % der Landesfläche auf. Die Tabelle zeigt, dass der größte Anteil der bundesweit ausgewiesenen Fläche auf Bayern, Niedersachsen, Hessen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein entfällt. Die Verfügbarkeit dieser Flächen ist jedoch sehr unterschiedlich. Die mit Abstand größte verfügbare Flächenkulisse liegt in Hessen, gefolgt von Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen und Schleswig-Holstein.

Aufgrund der hier berücksichtigten bisherigen Einschränkungen der 10 H-Regelung in Bayern verbleibt dort nur weniger als ein Viertel der ausgewiesenen Flächenkulisse der Regional- und Bauleitplanung als verfügbare Fläche. Ab Juni 2023 ist die 10 H-Regelung in Bayern jedoch nicht mehr auf ausgewiesene Windflächen anzuwenden (vgl. Abschnitt 4.1.4). Konkret werden durch diese Anpassung der 10 H-Regelung ca. 320 km² Flächen der Regionalplanung in Bayern frei. Die verfügbare Flächenkulisse für Deutschland steigt hierdurch von 1.690 km² (0,47 % der Bundesfläche) auf ca. 2.000 km² (0,56 %).

Durch das kurz vor Abschluss dieser Studie getroffene Urteil des Bundesverfassungsgerichtes (vgl. Abschnitt 4.4), welche die Einschränkung der Windenergie auf Waldflächen in Thüringen als verfassungswidrig erklärt hat, werden zudem weniger Windflächen in Thüringen in ihrer Verfügbarkeit blockiert als hier dargestellt. Eine separate Untersuchung zu Beginn dieser Studie⁸² zeigte, dass die Regelung im Wesentlichen nur in der Region Südwestthüringen einen größeren Anteil der Flächenkulisse betraf, jedoch den Entwurf aus 2018 in absoluten Werten um keine 10 km² reduzierte⁸³. Aufgrund der geringen Auswirkungen auf die Flächenkulisse in Thüringen und in Deutschland insgesamt wurde im Folgenden auf eine Anpassung der Berechnungen zu Thüringen verzichtet.

Tabelle 13: Ausgewiesene und verfügbare Flächenkulisse für die Windenergie an Land je Bundesland in 2021

Bundesland	Landesfläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [% der Landesfläche]	Verfügbare Fläche [km ²]	Verfügbare Fläche [% der Landesfläche]
Baden-Württemberg	35.748	173	0,5	95	0,3
Bayern	70.542	477	0,7	110 (ab Juni 2023: 431)*	0,2 (ab Juni 2023: 0,6)*
Berlin	891	0	0,0	0	0,0
Brandenburg	29.654	0	0,0	0	0,0
Bremen	420	3	0,8	3	0,8
Hamburg	755	2	0,2	2	0,2
Hessen	21.116	389	1,8	389	1,8
Mecklenburg-Vorpommern	23.295	55	0,2	55	0,2
Niedersachsen	47.710	459	1,0	255	0,5
Nordrhein-Westfalen	34.112	341	1,0	202	0,6
Rheinland-Pfalz	19.858	298	1,5	129	0,7
Saarland	2.571	46	1,8	22	0,9
Sachsen	18.450	41	0,2	22	0,1
Sachsen-Anhalt	20.459	173	0,8	170	0,8

⁸² Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht (2021): „Auswirkungen von Gesetzesänderungen auf Raumordnungspläne am Beispiel aktueller Entwicklungen in Thüringen“, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-von-gesetzesanderungen-auf->

⁸³ Die Regelung betraf in den Regionen Nordthüringen und Mittelthüringen keine 3 % der jeweiligen aktuellen Entwürfe bzw. rechtskräftigen Flächenkulisse. In der Region Ostthüringen betraf die Regelung ca. 40 % der Flächenkulisse, jedoch wurde der Plan bereits im November 2021 vom Verwaltungsgericht in Gera für unwirksam erklärt und dementsprechend in dieser Studie nicht berücksichtigt. Die Untersuchung erfolgte basierend auf der ausgewiesenen Flächenkulisse. Die Auswirkungen auf die verfügbare Flächenkulisse sind zudem geringer, da hier für Thüringen angenommen wurde, dass der Planungsansatz „Rotor-in“ gilt.

Bundesland	Landesfläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [% der Landesfläche]	Verfügbare Fläche [km ²]	Verfügbare Fläche [% der Landesfläche]
Schleswig-Holstein	15.804	321	2,0	202	1,3
Thüringen	16.202	51	0,3	36	0,2
Gesamt	357.385	2.830	0,79 %	1.690 (ab Juni 2023: 2010)*	0,47 % (ab Juni 2023: 0,56 %)*

* ab Juni 2023 gilt die 10 H-Regelung in Bayern nicht mehr für ausgewiesene Windflächen

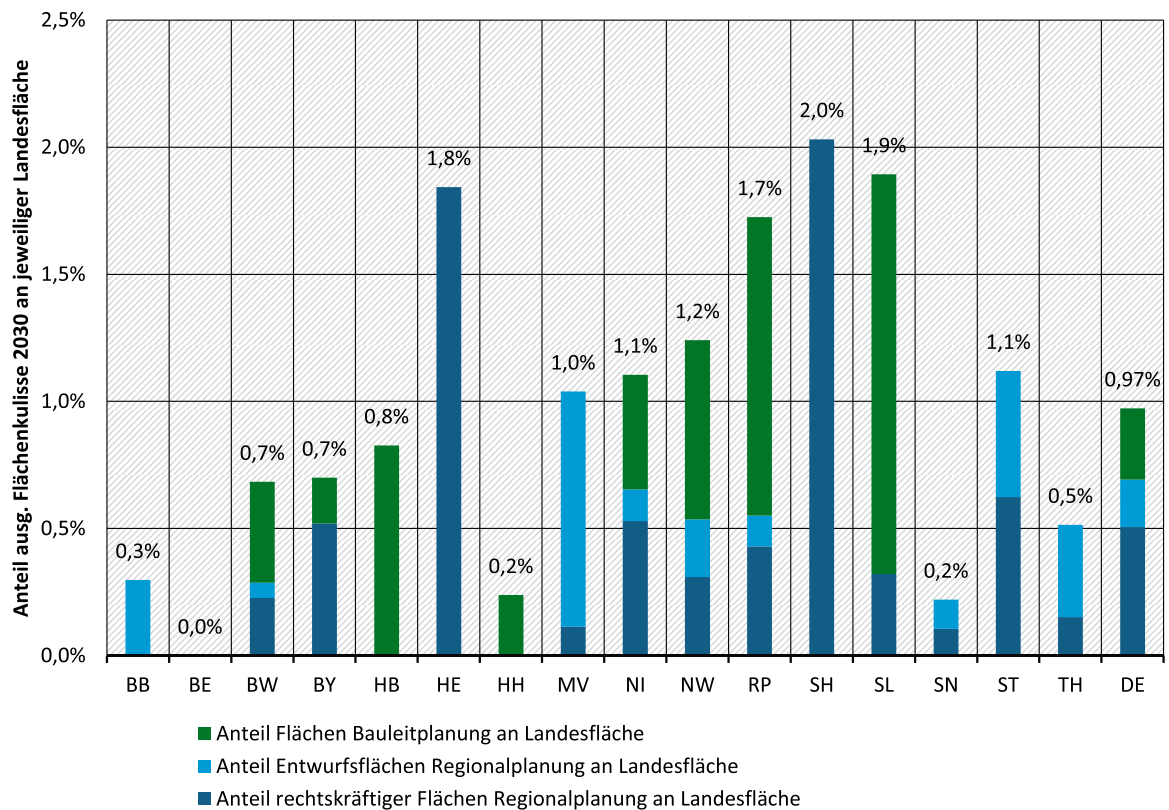
6.2 Die Flächenkulisse 2030

Die Betrachtung für 2030 beinhaltet neben den rechtskräftigen Flächen der Regional- und Bauleitplanung ebenfalls die aktuellen Entwurfsflächen. Liegt für eine Region bereits ein Entwurf einer möglichen zukünftigen Flächenkulisse vor, wird für diese Region anstelle des rechtskräftigen Plans der aktuelle Entwurf herangezogen.

Bundesweit beträgt demnach die **ausgewiesene Flächenkulisse 2030** (d. h. einschließlich der Entwurfsflächen) **3.480 km²**. Dies entspricht einem **Anteil der Bundesfläche von 0,97 %**. Hiervon entfallen 1.810 km² bzw. **52 %** auf **rechtskräftige Flächen der Regionalplanung**, 670 km² bzw. **19 %** auf **Entwurfsflächen der Regionalplanung** und die restlichen 1.000 km² bzw. **29 %** auf die darüberhinausgehenden Flächen der **Bauleitplanung** (ohne Unterscheidung in rechtskräftige Flächen und Entwurfsflächen).

Abbildung 15 stellt die Ergebnisse der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 je Bundesland als Anteil an der Landesfläche dar. Im Vergleich zur Flächenkulisse 2021 zeigt sich, dass in Mecklenburg-Vorpommern ein Großteil der Pläne aktuell im Entwurf vorliegt. Die ausgewiesene Flächenkulisse 2030 liegt mit ca. 1,0 % der Landesfläche 0,8 Prozentpunkte höher als die ausgewiesene Flächenkulisse 2021. Auch in Brandenburg, Baden-Württemberg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, dem Saarland sowie Thüringen würde die ausgewiesene Fläche bei Umsetzung der aktuellen Entwurfsflächen in der Regionalplanung steigen, jedoch nur zwischen 0,1 und 0,3 Prozentpunkten gegenüber der ausgewiesenen Flächenkulisse 2021 (vgl. Abbildung 13).⁸⁴

⁸⁴ Zwar weisen u. a. auch in Sachsen-Anhalt und Thüringen aktuelle Entwürfe eine Fläche von mehr als 0,3 % der Landesfläche auf, jedoch ersetzen die Entwurfspläne oftmals die aktuell noch rechtskräftigen Pläne und führen somit zu einem Anstieg der Flächenkulisse in Höhe der Differenz aus neuer Entwurfsplanung und bisher rechtskräftiger Flächenkulisse innerhalb einer Region.

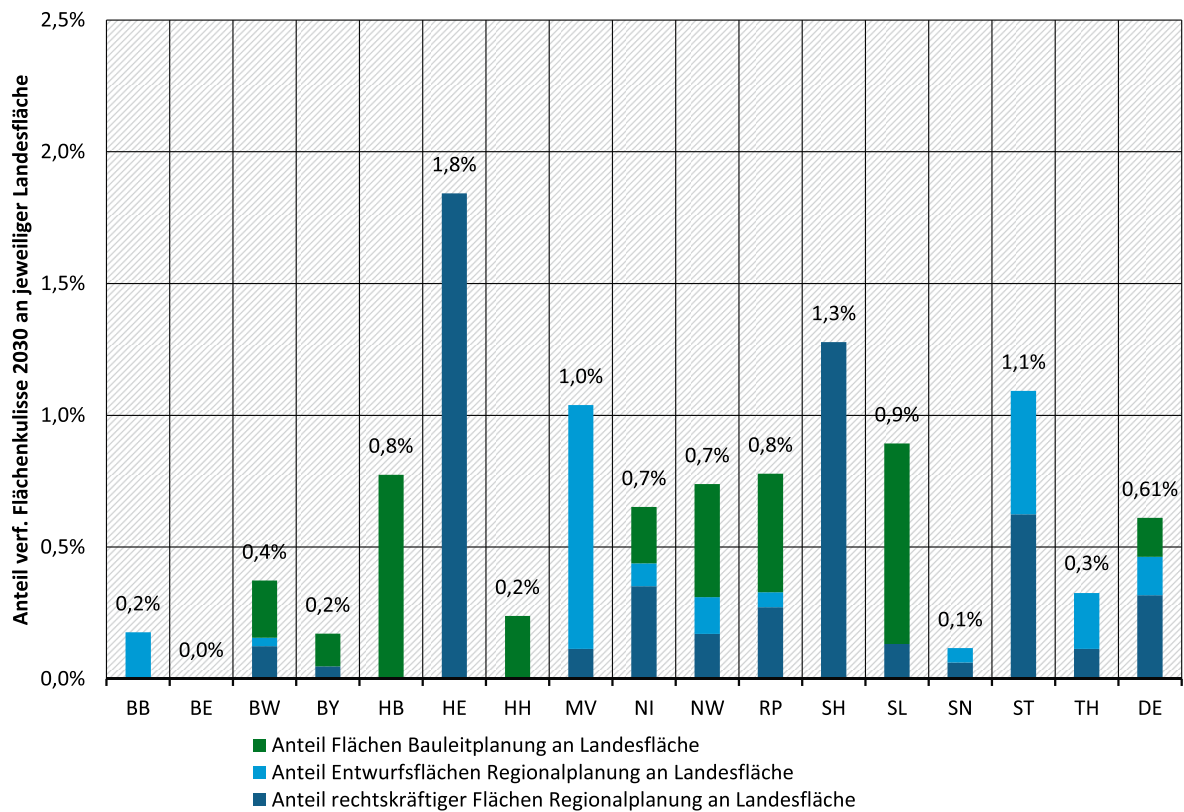
Abbildung 15: Anteil der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Die **verfügbare Flächenkulisse 2030** (d. h. einschließlich der Entwurfsflächen) liegt deutlich niedriger. Nach Berücksichtigung der Einschränkungen der Verfügbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse verbleiben 2.180 km² verfügbare Flächenkulisse bzw. **0,61 % der Bundesfläche**.

Abbildung 16 zeigt die Ergebnisse auf Ebene der Bundesländer. Deutlich ersichtlich im Vergleich zur ausgewiesenen Flächenkulisse in Abbildung 15 sind die hohen Einschränkungen der Flächenkulisse in Bayern (-76 % bei Berücksichtigung der bisherigen Einschränkungen durch die 10 H-Regelung), Rheinland-Pfalz (-55 %) und dem Saarland (-53 %). Keine Einschränkungen der ausgewiesenen Flächenkulisse 2030 gibt es in Hessen und Mecklenburg-Vorpommern. In Sachsen-Anhalt liegen zudem nur in einer Region Einschränkungen vor.

Da ab Juni 2023 die 10 H-Regelung in Bayern jedoch nicht mehr auf ausgewiesene Windflächen anzuwenden ist (vgl. Abschnitt 4.1.4), liegt die verfügbare Flächenkulisse faktisch höher. Konkret werden durch diese Anpassung der 10 H-Regelung ca. 320 km² Flächen der Regionalplanung in Bayern frei. Die verfügbare Flächenkulisse für Deutschland steigt hierdurch von 2.180 km² (0,61 % der Bundesfläche) auf ca. 2.500 km² (0,70 %).

Abbildung 16: Anteil der verfügbaren Flächenkulisse 2030 an der jeweiligen Landesfläche

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Die Analyse zeigt, dass die verfügbare Flächenkulisse durch die aktuellen Entwurfsflächen insgesamt nur in geringem Umfang von 0,47 % auf 0,61 % steigt. Der Großteil der Bundesländer hätte weiterhin nur eine Flächenkulisse von oftmals deutlich unter 1 % der Landesfläche. Ein deutlicher Anstieg der verfügbaren Flächenkulisse wäre nur in Mecklenburg-Vorpommern zu beobachten, wo die ausgewiesene Flächenkulisse nicht in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt wird. Auch an dieser Stelle sei jedoch bereits auf Unsicherheiten bzgl. des Alters der Flächen der Bauleitplanung in Niedersachsen, Bayern und zum Teil in Nordrhein-Westfalen sowie auf einen hohen Anteil an Altflächen mit Ausweisungsjahr bis 2015 in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und dem Saarland hingewiesen (vgl. Abschnitt 6.3.1).

Tabelle 14 beinhaltet die Werte zu den Abbildungen 15 und 16 sowie alle Angaben in km². Die Ergebnisse zeigen, dass auch bei Berücksichtigung der Entwurfsflächen der größte Anteil der ausgewiesenen Fläche weiterhin auf Niedersachsen, Bayern, Nordrhein-Westfalen, Hessen und Schleswig-Holstein entfällt, jedoch in leicht veränderter Reihenfolge.

Die größte verfügbare Flächenkulisse liegt nach dem Wegfall der 10 H-Regelung ab Juni 2023 in Bayern, gefolgt von Hessen und mit Abstand von Niedersachsen und Nordrhein-Westfalen. Anschließend folgen noch vor Schleswig-Holstein die Länder Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt, da hier die Flächenkulisse mit den aktuellen Entwürfen gegenüber 2021 deutlich ansteigt und in diesen Ländern keine bzw. nur geringe Einschränkungen vorliegen.

Tabelle 14: Ausgewiesene und verfügbare Flächenkulisse für die Windenergie je Bundesland in 2030

Bundesland	Landesfläche [km ²]	Ausgewiesene Fläche [km ²]	Anteil an Landesfläche [%]	Verfügbare Fläche [km ²]	Anteil an Landesfläche [%]
Baden-Württemberg	35.748	244	0,7	133	0,4
Bayern	70.542	494	0,7	121 (ab Juni 2023: 442)*	0,2 (ab Juni 2023: 0,6)*
Berlin	891	0	0,0	0	0,0
Brandenburg	29.654	88	0,3	52	0,2
Bremen	420	3	0,8	3	0,8
Hamburg	755	2	0,2	2	0,2
Hessen	21.116	389	1,8	389	1,8
Mecklenburg-Vorpommern	23.295	242	1,0	242	1,0
Niedersachsen	47.710	527	1,1	311	0,7
Nordrhein-Westfalen	34.112	423	1,2	252	0,7
Rheinland-Pfalz	19.858	342	1,7	155	0,8
Saarland	2.571	49	1,9	23	0,9
Sachsen	18.450	41	0,2	21	0,1
Sachsen-Anhalt	20.459	229	1,1	224	1,1
Schleswig-Holstein	15.804	321	2,0	202	1,3
Thüringen	16.202	83	0,5	53	0,3
Gesamt	357.385	3.480	0,97	2.180 (ab Juni 2023: 2.500)*	0,61 (ab Juni 2023: 0,70)*

* ab Juni 2023 gilt die 10 H-Regelung in Bayern nicht mehr für ausgewiesene Windflächen

6.3 Einordnung der Flächenkulisse der Bauleitplanung

Die erfasste rechtskräftige Flächenkulisse der Bauleitplanung beträgt 1.110 km². Überschneidungen mit Flächen der Regionalplanung werden in den Ergebnisdarstellungen der Regionalplanung zugeordnet, damit diese nicht doppelt erfasst werden. Die zusätzlichen rechtskräftigen Flächen der Bauleitplanung umfassen 920 km² (vgl. Abschnitt 6.1). Demnach liegen Überschneidungen in Höhe von 190 km² bzw. 17 % der Flächenkulisse der Bauleitplanung vor.

Die Flächenkulisse der Bauleitplanung unterscheidet sich dahingehend von den Flächen der Regionalplanung, dass die Erfassung der Flächen deutlich komplexer und voraussichtlich nicht vollständig ist und die Informationen zu den jeweiligen Plänen oftmals nicht vollständig bzw. leicht zugänglich vorliegen (s. Abschnitt 3.2). In diesem Abschnitt erfolgt daher eine Einordnung

der Flächen der Bauleitplanung, um deren Beitrag für die Windenergie an Land besser einschätzen zu können.

Insgesamt gibt es nur in Baden-Württemberg, Bayern, Bremen, Hamburg, Niedersachsen, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz und dem Saarland Ausweisungen auf Ebene der Bauleitplanung.

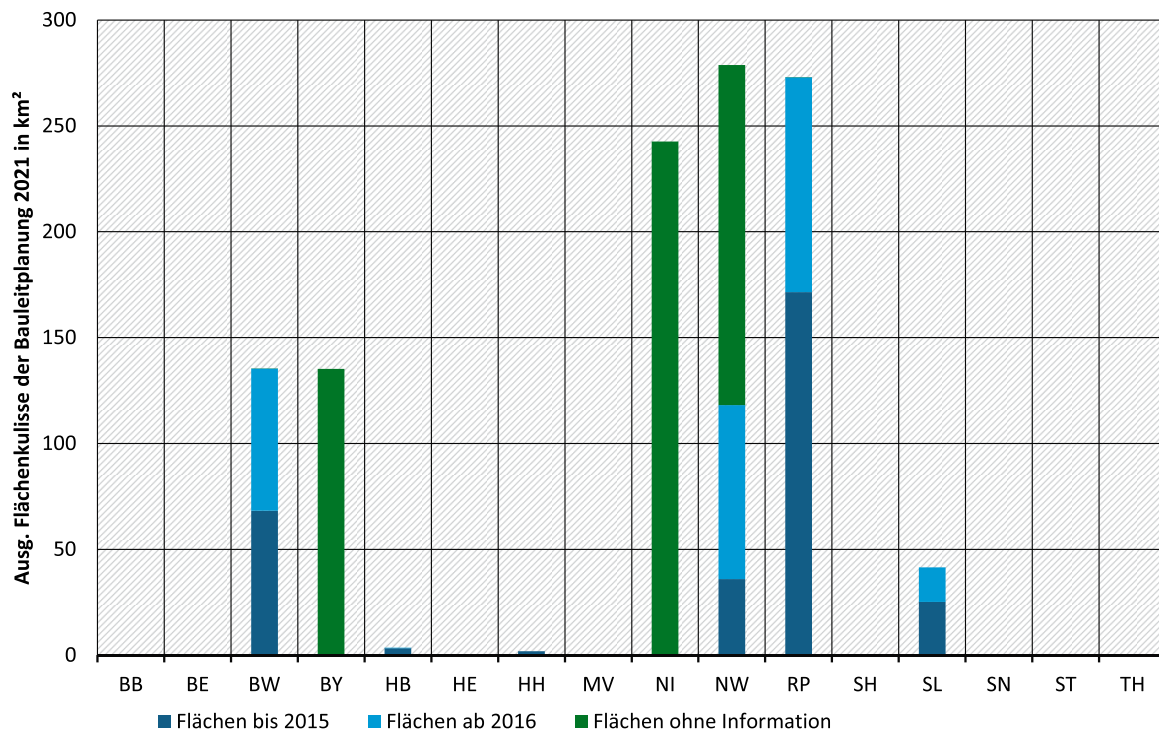
In den folgenden beiden Abschnitten werden zuerst die vorliegenden Informationen zum Planstand der Flächen der Bauleitplanung betrachtet sowie anschließend die Abstände der Flächen der Bauleitplanung zur Wohnbebauung, als Indiz für das mögliche Repoweringpotenzial, untersucht.

6.3.1 Planstand der rechtskräftigen Flächen der Bauleitplanung

Abbildung 17 zeigt auf, wie sich die 1.110 km² große rechtskräftige Flächenkulisse der Bauleitplanung auf die Bundesländer verteilt und in welchem Zeitraum die Flächenausweisungen erfolgten. **28 %** (300 km²) der Flächen wurden **bis 2015 ausgewiesen**. Dies betrifft den Großteil der Flächen der Bauleitplanung in Rheinland-Pfalz, Baden-Württemberg und dem Saarland. Wurden diese Flächen bisher nicht genutzt, ist davon auszugehen, dass dem Hemmnisse gegenüberstehen (s. Abschnitt 5.1).

Für **48 %** (540 km²) der Flächen der Bauleitplanung liegen **keine Informationen zum Planstand** vor bzw. konnten diese aufgrund eines übermäßig hohen Aufwands nicht erfasst werden. Diese Flächen können somit einen hohen Anteil an Altflächen umfassen, welche nach früheren Anforderungen und auf Basis zu dem Zeitpunkt deutlich kleinerer Windenergieanlagen ausgewiesen wurden. Für diese Flächen kann ebenfalls nicht sicher gesagt werden, dass diese bereits rechtskräftig sind. Da Entwurfsflächen jedoch nur in seltenen Fällen aufbereitet und zugänglich waren, dann aber mit klarem Vermerk, wird angenommen, dass alle Flächen ohne Angabe des Planstands bereits rechtskräftig sind.

Für nur **24 %** der Flächen der Bauleitplanung (270 km²) ist bekannt, dass diese Flächen **ab 2016 ausgewiesen** wurden. Insgesamt besteht somit eine hohe Unsicherheit, welchen Beitrag die Flächen der Bauleitplanung für die Windenergie an Land leisten können.

Abbildung 17: Ausgewiesene Flächenkulisse der Bauleitplanung 2021 in km²

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

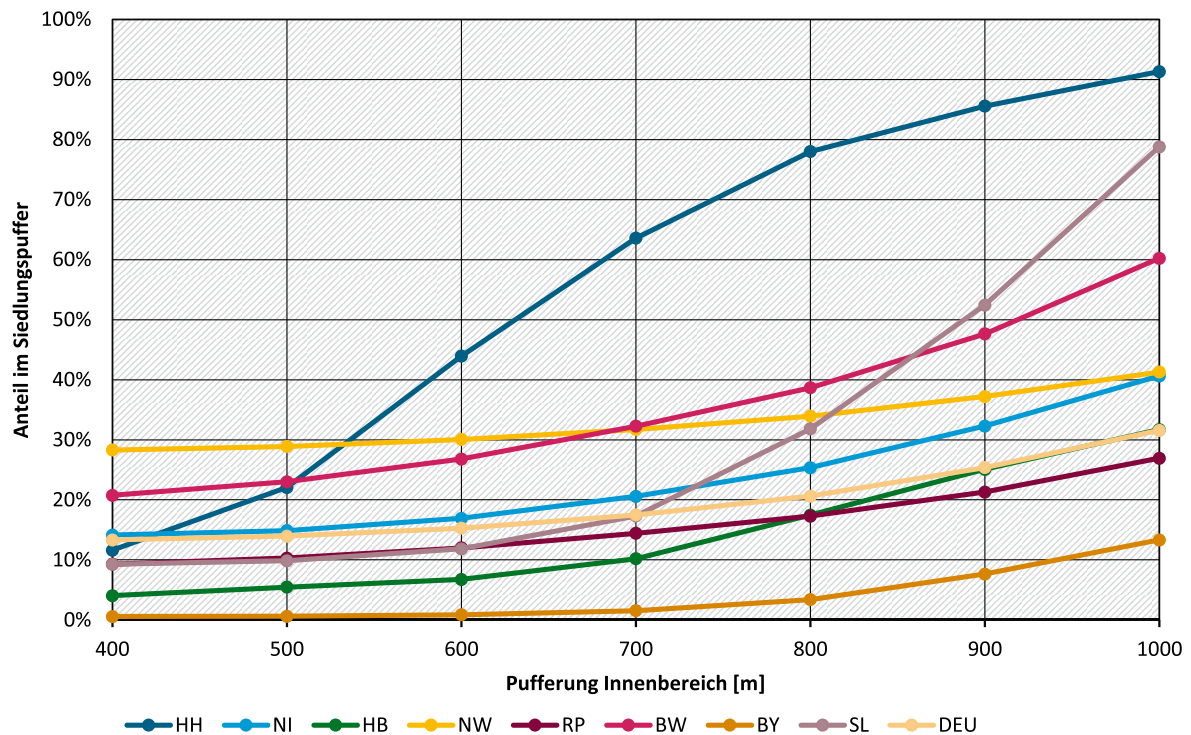
6.3.2 Siedlungsabstände von Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene

Aufgrund des hohen Anteils an Altplänen bzw. Plänen ohne Informationen zum Planstand bei den Gebietsausweisungen auf kommunaler Ebene stellt sich die Frage, wie groß der Anteil an Flächen ist, die nach heutigen Kriterien nicht mehr für die Bebauung mit modernen WEA geeignet sind. Entsprechend würden Anträge für diese Flächen voraussichtlich nicht bewilligt werden, sodass diese Flächen aktuell und zukünftig für eine Bebauung nicht mehr zur Verfügung stehen.

Einen relativ einfach zu überprüfenden Parameter stellen die Abstände der Windflächen zu den Wohnnutzungen im Innen- und Außenbereich dar. Allein schon aufgrund der Größenentwicklung der WEA-Technologie sind mittlerweile größere Abstände zur Wohnnutzung einzuhalten, sodass vorstellbar ist, dass einige der Altflächen nach heutigen Kriterien zu nah an der Wohnbebauung liegen.

Für eine erste Einordnung erfolgte eine Verschneidung der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene mit den gepufferten Flächen der Wohnbebauung des Außen- und Innenbereichs. Für die Auswertung wurden die Wohngebäude im Außenbereich fest mit 400 m gepuffert. Anschließend wurde als Sensitivität der Pufferradius um die Wohnbebauung im Innenbereich in 100-m-Schritten von 400 m auf 1000 m erhöht. Der mit den Siedlungspuffern überlappende Anteil der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene (nach Abbildung von Rotor-in) wurde ermittelt und auf Bundeslandebene ausgewertet (Abbildung 18).

Abbildung 18: Mit Siedlungsabständen zur Wohnbebauung überlappender Anteil der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene nach Rotor-in. Pufferung der Wohngebäude im Außenbereich mit 400 m; Pufferung der Wohnbauflächen im Innenbereich variabel



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE.

Es zeigt sich, dass bereits bei Mindestabständen von 400 m zum Außenbereich und 400 m zum Innenbereich zwischen 0,6 % und 28,3 % der Gebietsausweisungen mit den Pufferflächen überlappen, d. h. innerhalb dieser Abstandsradien liegen. Diese Flächen bieten nach dem Rückbau von Bestandsanlagen kein weiteres Potenzial mehr für aktuelle Windenergieanlagen. Dieser Anteil variiert zwischen den Bundesländern deutlich, mit niedrigen Werten im einstelligen Bereich in Bayern, Bremen, Rheinland-Pfalz und Saarland, während insbesondere Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen hohe Werte um 20,8 % bzw. 28,3 % aufweisen. Bundesweit entspricht dieser Anteil 13,3 %, während dieser Wert bei zunehmenden Pufferradien auf 31,6 % bei 1.000 m Abstand zum Innenbereich ansteigt. Viele der Bundesländer zeigen dabei einen ähnlichen Verlauf, wobei insbesondere Hamburg mit einem deutlichen Anstieg des überlappenden Anteils ab ca. 400 bis 500 m Abstand zum Innenbereich auffällt. Auch das Saarland zeigt einen deutlichen Anstieg bis 1.000 m Abstand, jedoch setzt dieser im Vergleich zu Hamburg deutlich später zwischen 700 bis 800 m ein. In beiden Bundesländern überlappt bei 1.000 m Abstand zum Innenbereich mit 91 % bzw. 79 % ein Großteil der Windflächen mit den Abstandspuffern. Weiterhin auffällig ist der insgesamt starke, kontinuierliche Anstieg in Baden-Württemberg, wo bei 1.000 m Abstand zum Innenbereich 60 % überlappen. Auf der anderen Seite fallen Bayern und Rheinland-Pfalz auf, wo der Anstieg des überlappenden Anteils eher gering ausfällt (13 % bzw. 27 % bei 1.000 m Abstand zum Innenbereich).

Aufgrund fehlender Metadaten zu den Flächen der Bauleitplanung kann der Anteil an Altplänen und die tatsächliche Nutzbarkeit nur näherungsweise abgeschätzt werden. Die Ergebnisse der Analyse deuten darauf hin, dass aufgrund der hohen Anteile von Flächen mit heutzutage

unüblich geringen Abständen zur Wohnbebauung, Altpläne einen erheblichen Anteil der Gebietsausweisungen auf Bauleitplanebene ausmachen. Ausnahmen bilden hierbei die Flächen in Bayern sowie in Teilen von Rheinland-Pfalz und Bremen. Bei Nordrhein-Westfalen zeigt der hohe Anfangswert der Überlappung der Siedlungspuffer mit Flächen der Bauleitplanung sowie der geringe Anstieg mit zunehmendem Siedlungspuffer zum Innenbereich, dass primär eine Unterschreitung des Abstands zu Wohngebäuden im Außenbereich für die eher hohen Werte in diesem Bundesland verantwortlich sind. Dies lässt sich mit der Siedlungsstruktur, nämlich einer hohen Anzahl an Einzelhöfen und einer starken Zersiedelung, erklären.

Abschließend sei anzumerken, dass bei der verwendeten Datenbasis eine gewisse Unsicherheit besteht, inwiefern die Wohnbauflächen korrekt abgebildet werden können. Vereinzelt dürften nicht real vorhandene Wohnbebauungen bei diesen Analysen berücksichtigt worden sein, andere fehlen vermutlich in dem verwendeten Datensatz. Die verwendeten Daten stellen nach aktuellem Kenntnisstand aber die beste verfügbare bundesweite Datenbasis dar und bilden die Verhältnisse insgesamt sehr gut ab.

In Bezug auf die Gesamtanalysen der Flächenverfügbarkeit bedeuten die Ergebnisse, dass auf Ebene der **Bauleitplanung** vermutlich der **Anteil an Flächen, die effektiv für eine Bebauung nicht verfügbar sind, überdurchschnittlich hoch** ist. Dies ist sicherlich auf einen hohen Anteil an Altflächen zurückzuführen, die nach heutigen Bewertungskriterien nicht mehr für die Windenergienutzung geeignet sind.

6.4 Gegenüberstellung der aktuellen Flächenkulisse mit den Flächenzielen der Bundesländer

Der Gesetzgeber hat im Juli 2022 mit der Verabschiedung des WaLG und dem darin enthaltenen neuen WindBG Flächenziele für die Bundesländer festgelegt. Bis 2027 sollen Flächen im Umfang von 1,4 % der Bundesfläche und bis 2032 Flächen im Umfang von 2,0 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land ausgewiesen sein. Die Zeitpunkte orientieren sich an den im EEG definierten Leistungszielen für 2030 und 2035.

Die vorliegende Untersuchung zeigt, dass große Unterschiede zwischen der ausgewiesenen und der verfügbaren Flächenkulisse bestehen, da in den Bundesländern bzw. Regionen unterschiedliche Einschränkungen vorliegen. Dies wurde vom Gesetzgeber bei der Anrechenbarkeit der Flächen für die Windenergie an Land auf die länderspezifischen Flächenziele berücksichtigt. Die Flächenziele wurden als Rotor-out-Ziele definiert. Die im WindBG festgelegte Methodik zur Umrechnung von Rotor-in-Flächen entspricht dabei dem in dieser Untersuchung angewandten Vorgehen.

Die in dieser Untersuchung ermittelte verfügbare Flächenkulisse entspricht darüber hinaus jedoch nicht genau der Anrechenbarkeit der ausgewiesenen Flächen nach dem WindBG:

- ▶ **Höhenbeschränkungen:** In dieser Untersuchung werden auch Bestandsflächen mit Höhenbeschränkungen, die einen Zubau auf Windenergieanlagen auf weniger als 150 m Gesamtbauhöhe beschränken, als nicht verfügbar eingestuft. Nach dem WindBG werden jedoch nur bei neuen Plänen (Inkrafttreten nach 1. Februar 2023) Flächen mit Höhenbeschränkungen nicht auf das Flächenziel angerechnet. Flächen mit Höhenbeschränkungen aus Bestandsplänen (z. B. Sachsen, Niedersachsen, Rheinland-Pfalz) werden vollständig angerechnet, auch wenn diese mit neuen Anlagengenerationen nicht bebaubar sind, vgl. § 4 Abs. 1 S. 5 WindBG.
- ▶ **Anrechenbarkeit von Flächen für Bestandsanlagen außerhalb der ausgewiesenen Flächenkulisse:** Nicht alle Bestandsanlagen stehen auf ausgewiesenen Flächen.

Insbesondere bei einer Neuaufstellung von Plänen können alte, nicht geeignete oder aufgrund von anders gesetzten Abwägungsentscheidungen nicht mehr berücksichtigte Flächen wegfallen. Diese Flächen sind nach einem Rückbau der Bestandsanlagen nicht mehr für neue Windenergieprojekte verfügbar. Dennoch hat sich der Gesetzgeber entschieden, eine Fläche entsprechend des Rotorradius um die Windenergieanlage herum auf das Flächenziel für Ende 2032 anzurechnen, solange hier Windenergieanlagen tatsächlich in Betrieb sind und ein entsprechender Beschluss des jeweiligen Planungsträgers gefasst wird, dass die bebauten Flächen angerechnet werden sollen, vgl. § 4 Abs. 1 S. 3, 4 WindBG.

Darüber hinaus konnte die Flächenkulisse auf Ebene der Bauleitplanung nicht zu 100 % erfasst werden und wird höher liegen, wenngleich der verwendete Datensatz den besten aktuell verfügbaren Datenstand abbildet und einen Großteil der Flächen beinhalten sollte. Es ist nun Aufgabe der Länder, die Daten vollständig zu erfassen und dem Bund mitzuteilen.

Dennoch kann die hier ermittelte verfügbare Flächenkulisse als gute Indikation für die nach dem WindBG anrechenbare Flächenkulisse dem Flächenziel gegenübergestellt werden, da insbesondere die weitreichendste Einschränkung „Rotor-in“ identisch abgebildet wurde.

Der Vergleich der aktuellen Flächenkulisse mit den Flächenzielen zeigt, dass die **verfügbare, rechtskräftige Flächenkulisse** in Höhe von 0,47 % der Bundesfläche **zur Erreichung des 1,4-%-Flächenziels 2027 verdreifacht** und **zur Erreichung des 2,0-%-Flächenziels 2032 gar vervierfacht** werden muss. Die aktuellen Entwürfe in ihrer jetzigen Form erhöhen die verfügbare Flächenkulisse lediglich auf 0,61 % der Bundesfläche.

Das 1,4-%-Flächenziel entspricht gemäß der Flächenziele je Bundesland in Anlage 1 WindBG einer Fläche von ca. 5.010 km². Die Ziellücke gegenüber der verfügbaren, rechtskräftigen Flächenkulisse in Höhe von 1690 km² beträgt somit 3.320 km². Diese Ziellücke ist innerhalb weniger Jahre bis 2027 zu schließen.

Die Betrachtung der aktuellen Entwurfsflächen zeigt, dass die ausgewiesene Fläche mit den jetzigen Planungen auf 3.480 km² ansteigen kann. Davon verfügbar sind 2.180 km². Die Entwürfe können in der jetzigen Form somit zu einem Anstieg der verfügbaren Flächenkulisse von knapp 500 km² beitragen. Die aktuellen Entwurfsflächen können damit in ihrer jetzigen Form nur knapp 15 % der Ziellücke bis 2027 schließen.

Tabelle 15 stellt die verfügbare Flächenkulisse 2021 und 2030 den Flächenzielen des WindBG je Bundesland gegenüber und ordnet diese ein.

Tabelle 15: Gegenüberstellung der Flächenziele nach WindBG mit der verfügbaren Flächenkulisse 2021 und 2030 in % der Landesfläche

Bundesländer	Ziel 2027	Ziel 2032	Fläche 2021	Fläche 2030	Einordnung
Baden-Württemberg	1,10	1,80	0,27	0,37	Bundesland mit einer der größten Ziellücken, da auch die ausgewiesene Flächenkulisse ohne Einschränkungen durch Rotor-in die Ziele klar verfehlt
Bayern	1,10	1,80	0,16 (0,61)	0,17 (0,63)	Wegfall der 10 H-Regelung für ausgewiesene Windflächen ab Juni 2023 (s. Werte in Klammern) erhöht die verfügbare Flächenkulisse stark, dennoch liegt die Flächenkulisse deutlich unter den Zielwerten

Bundesländer	Ziel 2027	Ziel 2032	Fläche 2021	Fläche 2030	Einordnung
Berlin	0,25	0,50	0,00	0,00	Aktuell keine Flächenausweisung
Brandenburg	1,80	2,20	0,00	0,18	Aktuell alle Pläne unwirksam
Bremen	0,25	0,50	0,77	0,77	Flächenziel 2032 mit rechtskräftiger Flächenkulisse mit hoher Sicherheit bereits erreicht
Hamburg	0,25	0,50	0,24	0,24	Flächenziel 2027 mit rechtskräftiger Flächenkulisse voraussichtlich nur knapp verfehlt
Hessen	1,80	2,20	1,84	1,84	Flächenziel 2027 mit rechtskräftiger Flächenkulisse als einziges Flächenbundesland mit hoher Sicherheit voraussichtlich bereits erreicht
Mecklenburg-Vorpommern	1,40	2,10	0,24	1,04	Aktuelle Vielzahl an geplanten Flächenausweisungen reicht nicht zur Zielerreichung 2027
Niedersachsen	1,70	2,20	0,54	0,65	Hohe Einschränkungen durch Rotor-in und Höhenbeschränkungen
Nordrhein-Westfalen	1,10	1,80	0,59	0,74	Hohe Einschränkungen durch Rotor-in
Rheinland-Pfalz	1,40	2,20	0,65	0,78	Einschränkungen durch Siedlungsabstände, Höhenbeschränkungen und Rotor-in reduzieren ausgewiesene Flächenkulisse stark
Saarland	1,10	1,80	0,85	0,89	Flächenkulisse aufgrund von hohen Einschränkungen durch Rotor-in nicht ausreichend zur Zielerreichung
Sachsen	1,30	2,00	0,12	0,12	Bundesland mit einer der größten Ziellücken, da auch die ausgewiesene Flächenkulisse ohne Einschränkungen durch Siedlungsabstände, Höhenbeschränkungen und Rotor-in die Ziele klar verfehlt
Sachsen-Anhalt	1,80	2,20	0,83	1,09	Nur geringe Einschränkungen, Flächenkulisse jedoch nicht ausreichend
Schleswig-Holstein	1,30	2,00	1,28	1,28	Flächenziel 2027 wird knapp verfehlt; Einschränkungen durch Rotor-in reduzieren die ausgewiesene Flächenkulisse stark
Thüringen	1,80	2,20	0,22	0,33	Bundesland mit einer der größten Ziellücken, da auch die ausgewiesene Flächenkulisse die Ziele noch weit verfehlt; hohe Einschränkungen durch Thüringer Waldgesetz und Rotor-in

7 Ergebnisse zum Leistungs- und Ertragspotenzial der verfügbaren Flächenkulisse

Für die Ziele der Energiewende ist entscheidend, wie viel Leistung auf der Flächenkulisse installiert werden kann und wie hoch die zu erwartenden Erträge der Windenergieanlagen sind.

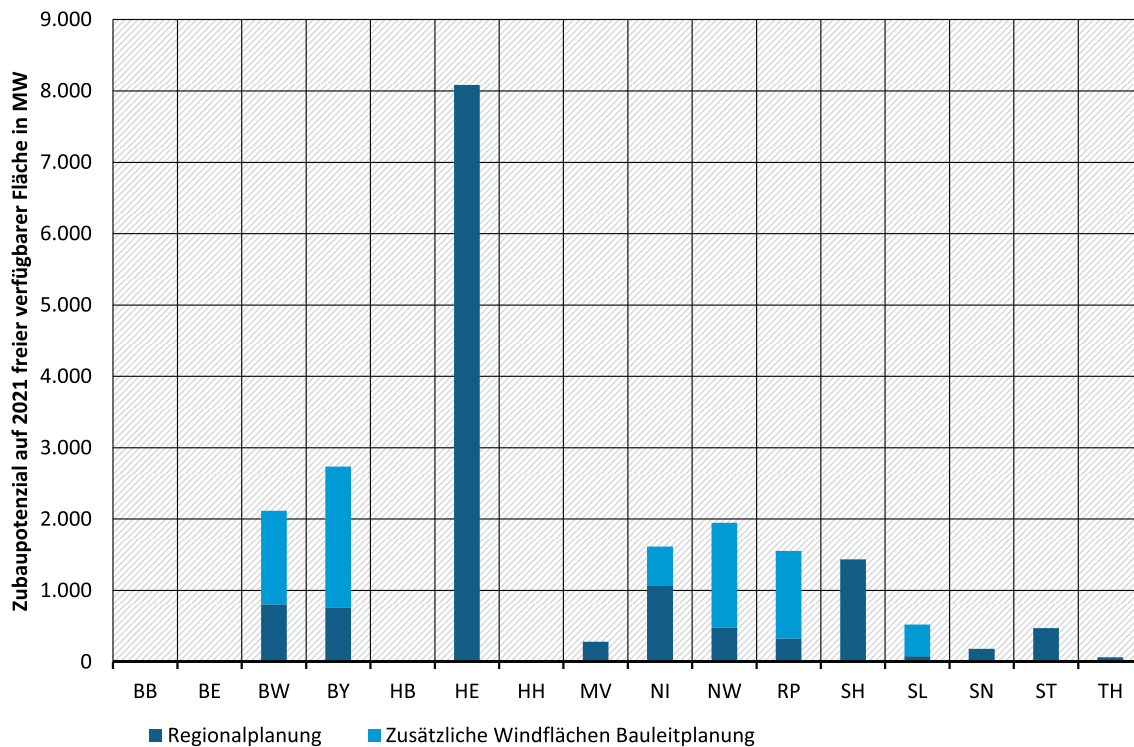
Abschnitt 7.1 untersucht das Leistungspotenzial der verfügbaren Flächenkulisse und widmet sich insbesondere dem Leistungspotenzial auf der freien Flächenkulisse, d. h. dem zeitnahen Zubaupotenzial. Abschnitt 7.2 zeigt hierbei die Auswirkungen einer verlängerten Betriebsdauer bestehender WEA von 25 Jahren gegenüber einer Betriebsdauer von 20 Jahren. Die Ergebnisse zum Ertragspotenzial finden sich in Abschnitt 7.3. Basierend auf diesen Ergebnissen wird die Leistungs- und Ertragseffizienz in den Bundesländern in Abschnitt 7.4 aufgezeigt. Abschließend erfolgt eine Gegenüberstellung der Leistungs- und Ertragspotenziale der aktuellen Flächenkulisse mit den Zielen des Bundes in Abschnitt 7.5.

Alle folgenden Betrachtungen weisen das Leistungs- und Ertragspotenzial bei vollständiger Nutzung der verfügbaren Flächenkulisse aus. Das nutzbare Leistungspotenzial liegt voraussichtlich ca. 30 % unterhalb der aufgeführten Werte (vgl. Abschnitt 5.4).

7.1 Leistungspotenzial auf der verfügbaren Flächenkulisse

Das **Leistungspotenzial auf der freien, verfügbaren Fläche 2021** (d. h. auf den rechtskräftigen Flächenanteilen, die nicht von Bestandsanlagen oder aktuellen Genehmigungen belegt sind) liegt theoretisch bei **21 GW**, wenn diese Flächen vollständig genutzt werden.

Abbildung 19 zeigt die Verteilung dieses Leistungspotenzials auf die Bundesländer und auf die Regional- und Bauleitplanung. 14 GW des Leistungspotenzials entfällt auf Flächen der Regionalplanung, 7 GW auf zusätzliche Flächen der Bauleitplanung. Die Abbildung zeigt zudem deutlich, dass Hessen mit über 8 GW bzw. 38 % das aktuell größte Leistungspotenzial auf seinen verfügbaren Flächen hat.

Abbildung 19: Zubaupotenzial auf 2021 freier Fläche in MW

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Insgesamt verwundert der hohe Wert des Leistungspotenzials vor dem Hintergrund der langsamen Entwicklung der Windenergie in den letzten Jahren. Der wahrscheinlich entscheidende Parameter ist hier die Nicht-Nutzbarkeit der Flächen.

Das Leistungspotenzial auf den freien Flächen der **Regionalplanung** beträgt **14 GW**. Hiervon entfallen knapp 2 GW auf Flächenausweisungen vor 2015, die sehr wahrscheinlich nicht nutzbar sind, da sie ansonsten bis heute bebaut worden wären (vgl. Abschnitt 5.1). Aber auch für die verbleibenden 12 GW auf rechtskräftigen Flächen von 2016 und neuer ist anzunehmen, dass diese zum Großteil nicht mehr nutzbar sind, da sie sonst bereits bebaut worden wären oder zumindest Genehmigungen vorliegen sollten. Das Leistungspotenzial auf grüner Wiese (d. h. ohne Berücksichtigung der Bestandsanlagen) der Flächenausweisungen auf Ebene der Regionalplanung seit 2016 beträgt über 33 GW. Die 12 GW Leistungspotenzial auf freier Fläche entsprechen somit einem Anteil von 36 %. Liegt die Nicht-Nutzbarkeit entsprechend den Analysen und der getroffenen Annahme weiterhin bei 30 %, wäre nur ein sehr geringer Anteil noch nutzbar. Dieser noch nutzbare Anteil sollte insbesondere in den Bundesländern mit recht jungen Ausweisungen liegen. Dies betrifft Flächen in Hessen (2,5 GW aus 2020), Schleswig-Holstein (1,4 GW von Ende 2020), Niedersachsen (0,8 GW aus 2020 und 2021) und den anderen Bundesländern (0,6 GW insgesamt aus 2020/2021).

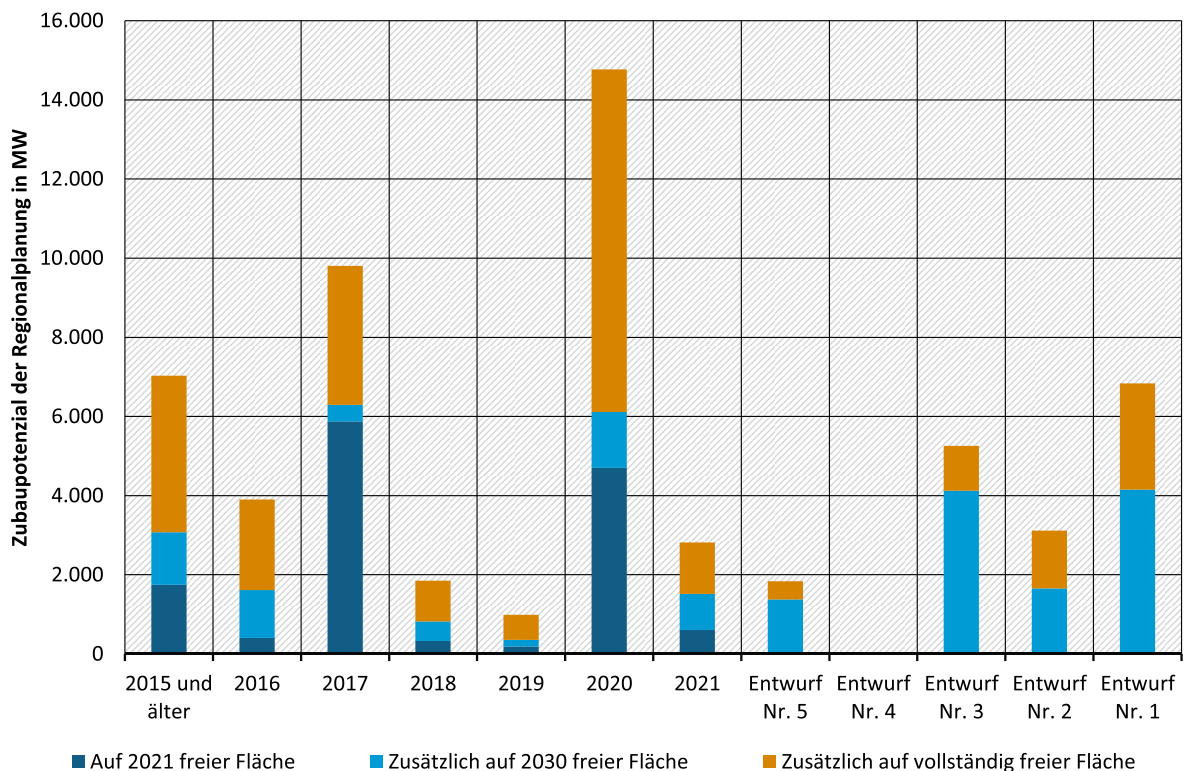
Ein gesonderter Blick ist auf das Leistungspotenzial auf freier Fläche in **Hessen** zu richten. Der rechtskräftige Regionalplan Südhessens wurde 2020 rechtskräftig. Die Pläne Nord- und Mittelhessens 2017. Demnach wurde zu Beginn des Vorhabens erwartet, dass insbesondere die Flächen aus 2017 zeitnah bebaut werden. Doch auch zum Ende des Vorhabens unter Berücksichtigung der aktuellen Genehmigungen aus dem April 2022 zeigt sich keine starke Zunahme der Nutzung der Flächen in Hessen. Dies könnte darauf hindeuten, dass ein großer Teil der Flächen aktuell so nicht nutzbar sind.

Kurzfristig signifikant erhöht wird das Leistungspotenzial der Regionalplanung durch den Wegfall der 10 H-Regelung im Juni 2023 für ausgewiesene Flächen. Von den ca. 320 km² rechtskräftigen Flächen der Regionalplanung, die durch die 10 H-Regelung bisher blockiert wurden, sind ca. 200 km² bisher nicht bebaut oder mit Genehmigungen belegt. Das Leistungspotenzial auf dieser freien Fläche beträgt bei vollständiger Nutzung ca. **7 GW**.

Das nicht genutzte Leistungspotenzial der Flächen der **Bauleitplanung** vor 2015 beträgt alleine knapp 4 GW (s. Abschnitt 5.1). Hinzu kommt, dass voraussichtlich ein hoher Anteil der Flächen der Bauleitplanung ohne Planstand ebenfalls Altpläne sind und bisher nicht genutzte Flächenanteile Hemmnissen unterliegen (s. Abschnitt 6.3.1). Da für über 50 % der Flächen der Bauleitplanung keine Informationen zum Planstand vorliegen, ist davon auszugehen, dass nur ein sehr geringer Anteil des Leistungspotenzials auf den Flächen der Bauleitplanung von 7 GW nutzbar ist.

Abbildung 20 zeigt das Leistungspotenzial der Flächen der Regionalplanung in Höhe von 41 GW nach dem Jahr der Flächenausweisung bzw. der Entwurfsversion des Plans. Die Abbildung zeigt zudem das Leistungspotenzial in drei Teilen: das Potenzial auf 2021 freier Fläche (nur für rechtskräftige Flächen), das Potenzial auf 2030 freier Fläche sowie das langfristig freie Potenzial, d. h. auf vollständig freier Fläche. Unterstellt wurde eine Betriebsdauer von 20 Jahren. Anhand der Abbildung kann grob eingeordnet werden, wann welche Leistungsmengen aus Entwürfen oder aus Repoweringvorhaben auf Flächen der Regionalplanung neu errichtet werden können.

Abbildung 20: Leistungspotenzial der Flächen der Regionalplanung nach Jahr der Flächenausweisung bzw. Entwurfsversion in MW



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Das **Potenzial auf 2021 freier Fläche** auf Ebene der Regionalplanung beträgt 14 GW, ist jedoch wie zuvor herausgearbeitet voraussichtlich nur zu sehr geringen Teilen bzw. **wenigen GW** noch nutzbar. Hinzu kommt ab Juni 2023 ein Leistungspotenzial von ca. **7 GW** auf den bisher durch

die 10 H-Regelung blockierten, jedoch aktuell noch freien Flächen der Regionalplanung. In den nächsten Jahren steigt das Leistungspotenzial der Flächen der Regionalplanung durch zwei Faktoren an. Einerseits werden Entwurfspläne rechtskräftig und das freie Flächenpotenzial ist steht unmittelbar zur Verfügung. Andererseits wird durch den Rückbau von älteren Bestandsanlagen Fläche für neue Projekte frei.

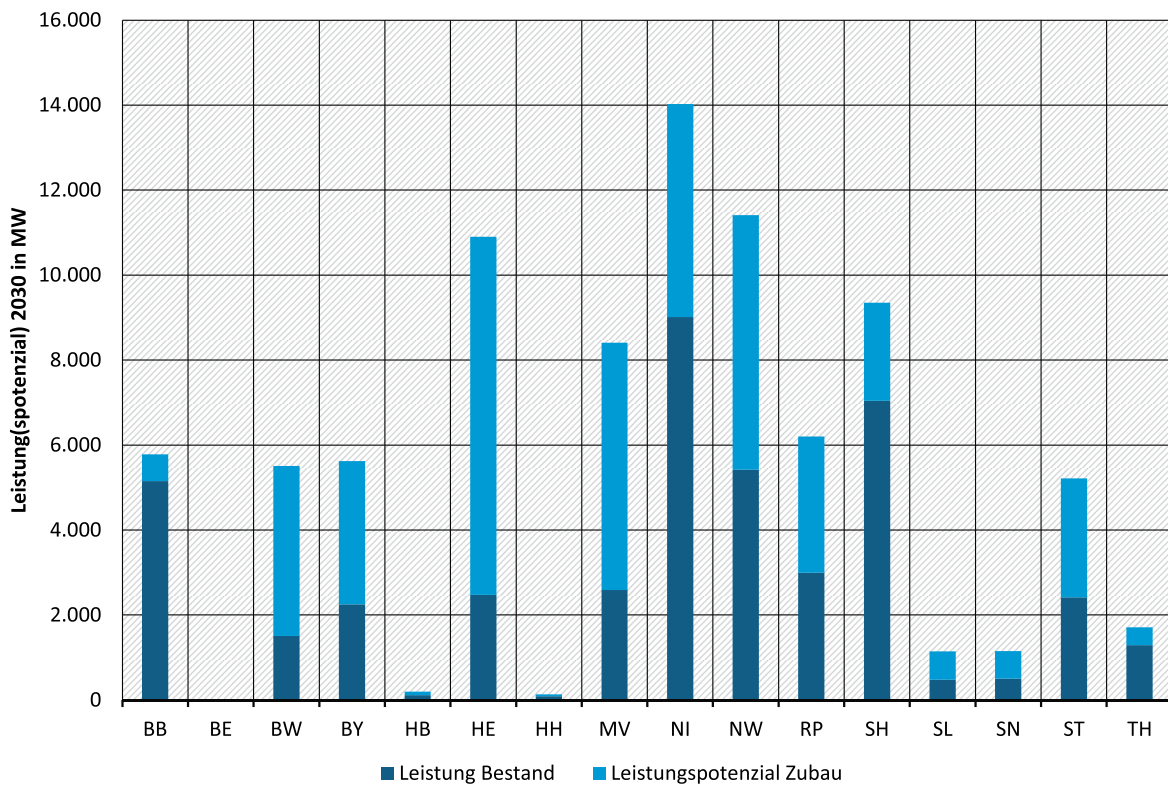
Die Untersuchung zeigt, dass auf den rechtskräftigen Flächen der Regionalplanung bei einer Betriebsdauer von 20 Jahren **bis 2030 durch Repowering** zusätzlich zu den aktuell freien 14 GW knapp **6 GW** Leistungspotenzial hinzukommen⁸⁵. Deutlich größer ist das langfristige Potenzial der Regionalplanung in Höhe weiterer 21 GW. Der hohe Wert ergibt sich insbesondere aus den bereits in den letzten Jahren genutzten Flächen, die bereits mit aktuellen Anlagen bebaut wurden.

Das **Leistungspotenzial auf bis 2030 freien Entwurfsflächen** beträgt **11 GW**. Ca. die Hälfte des Potenzials entfällt hierbei auf Entwürfe in erster oder zweiter Version. Durch die Einführung der Flächenziele im WindBG stellt sich jedoch ohnehin die Frage, inwieweit auch bereits weiter fortgeschrittene Entwurfspläne nochmals stark überarbeitet werden müssen. Der zeitnahe Beitrag der Entwurfsflächen ist daher ungewiss. Demgegenüber steht der Anreiz der Flächenziele, Flächen zeitnah umfassend neu auszuweisen, sodass viele weitere Planfortschreibungen bis spätestens 2027 zu erwarten sind. Das langfristige, d. h. erst nach 2030 verfügbare Leistungspotenzial der aktuellen Entwurfsflächen beträgt knapp 6 GW. Das zusätzliche **Potenzial der Entwürfe der Bauleitplanung**, nicht in der Abbildung dargestellt, beträgt zudem **2 GW**.

Dem gegenüber steht im EEG 2023 ab 2023 ein jährliche Ausschreibungsvolumen von 10 GW, welches kaum zu erfüllen sein dürfte. Konkret steht bis 2028 einer **Ausschreibungsmenge von über 60 GW** ein **Leistungspotenzial von in Summe etwa 30 GW** gegenüber.

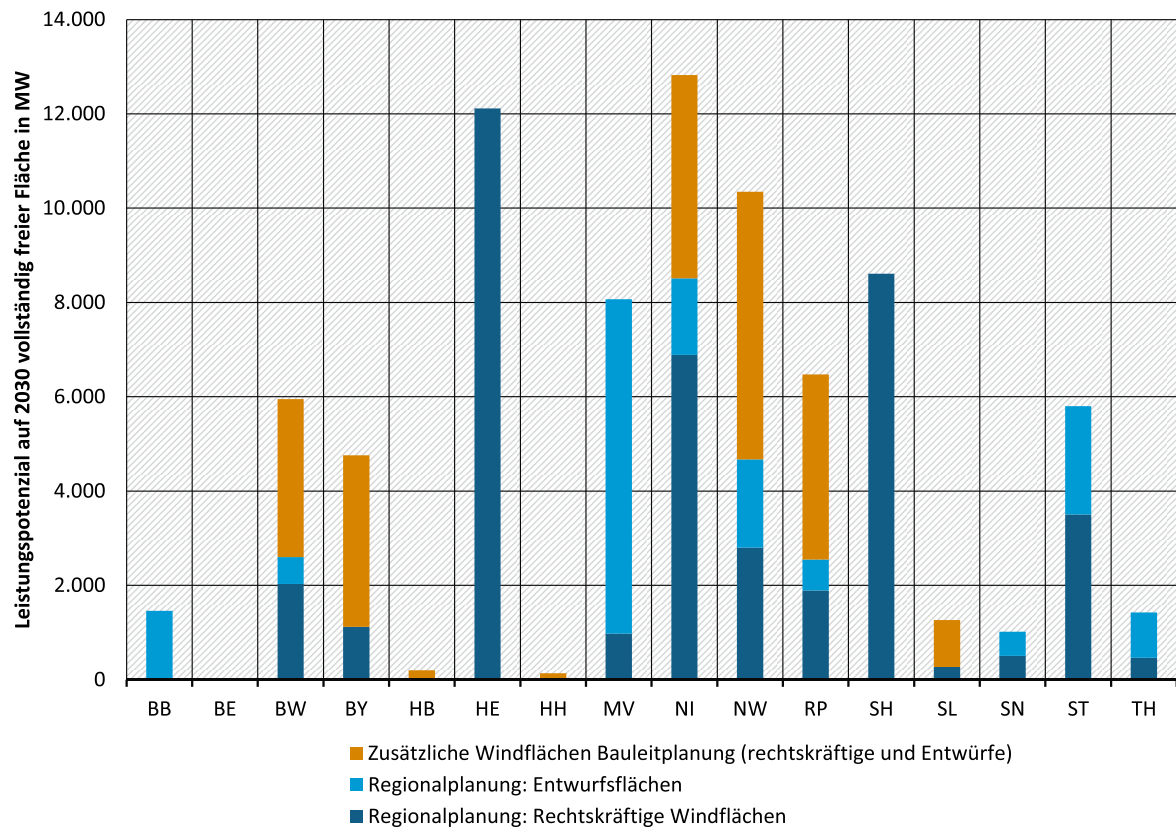
Abbildung 21 zeigt die **Leistung der Bestandsanlagen sowie das Zubaupotenzial auf der freien Fläche für 2030**, d. h. unter Berücksichtigung der aktuellen Entwürfe. Für Deutschland gesamt beträgt die Bestandsleistung 43,3 GW und das Leistungspotenzial 43,4 GW. Hessen, Mecklenburg-Vorpommern, Niedersachsen sowie Nordrhein-Westfalen weisen die größten Zubaupotenziale auf. Eine zweite Gruppe mit etwas weniger Zubaupotenzial sind Baden-Württemberg und Sachsen-Anhalt. Der Wegfall der 10 H-Regelung ab Juni 2023 für ausgewiesene Windflächen in Bayern führt jedoch zu einer deutlichen Erhöhung der verfügbaren Flächenkulisse und zur Erhöhung des Leistungspotenzials auf freier Fläche in Bayern. Konkret werden durch die Änderung der 10 H-Regelung 320 km² verfügbare Flächen 2030 frei, von denen ca. 200 km² nicht durch Bestandsanlagen oder aktuelle Genehmigungen belegt sind. Das Zubaupotenzial auf der freien Fläche 2030 steigt dadurch in Bayern von 3,4 GW auf über 10 GW.

⁸⁵ In Bayern ist nur ein geringer Rückbau bis 2030 zu erwarten. Daher steigt das Leistungspotenzial auf freier Fläche bis 2030 auch bei Berücksichtigung der nicht mehr blockierten Flächen durch den Wegfall der 10 H-Regelung ab Juni 2023 nur geringfügig weiter an.

Abbildung 21: Leistung Bestand und Leistungspotenzial der freien Fläche für 2030 in MW

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Abbildung 22 zeigt demgegenüber das **Leistungspotenzial 2030 auf vollständig freier Fläche** („Grüne Wiese“). Die Abbildung gibt somit Aufschluss darüber, wie viel Leistung maximal auf den aktuellen Flächen der Regional- und Bauleitplanung mit einer modernen Referenzanlage installiert werden könnte. Bundesweit sind dies ca. 80,4 GW. Spitzenreiter sind Hessen und Niedersachsen, mit jeweils über 12 GW (s. Tabelle 16). Bei Berücksichtigung der bisher durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen in Bayern steigt der Wert für Bayern um ca. 9,5 GW auf über 14 GW und das bundesweite Leistungspotenzial auf ca. 90 GW.

Abbildung 22: Leistungspotenzial auf 2030 vollständig freier Fläche in MW („Grüne Wiese“)

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Tabelle 16 stellt die Leistung Zubau „Grüne Wiese“ für 2021 und 2030 gegenüber. Sie zeigt somit das **theoretische Leistungspotenzial auf vollständig freier Fläche und bei vollständiger Nutzung** für die rechtskräftige Flächenkulisse (2021) sowie unter Berücksichtigung der aktuellen Entwürfe (2030).

Das bundesweite theoretische Leistungspotenzial für den **Zubau „Grüne Wiese“ 2021** beträgt **64,0 GW**. Dieser Wert steigt durch den Wegfall der 10 H-Regelung ab Juni 2023 nicht mehr blockierte Flächenkulisse in Bayern um ca. 9,6 GW auf **über 73 GW**. Hessen und Niedersachsen haben ein Potenzial von 12,1 GW bzw. 10,8 GW. Die Stadtstaaten sowie Brandenburg belegen den letzten Platz mit 0 MW bis 200 MW. Die übrigen Bundesländer liegen zwischen 1,1 GW in Sachsen und 8,6 GW in Schleswig-Holstein. Das Leistungspotenzial in Bayern steigt durch den Wegfall der 10 H-Regelung von 4,4 auf knapp 14 GW.

Die Leistung für den **Zubau „Grüne Wiese“ 2030** steigt für das gesamte Bundesgebiet auf **80,4 GW**. Bei Berücksichtigung der bisher durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen in Bayern steigt dieser Wert um ca. 9,5 GW⁸⁶ auf **ca. 90 GW**. Dieser Wert liegt somit 25 GW oder ca. 22 % unter dem anvisierten im EEG 2023 Ziel 115 GW in 2030. Das Leistungspotenzial in Bayern steigt durch den Wegfall der 10 H-Regelung von 4,8 auf über 14 GW, womit Bayern in absoluten

⁸⁶ Die Auswirkungen des Wegfalls der 10 H-Regelung für ausgewiesene Windflächen hat für die Betrachtung 2021 einen leicht höheren Einfluss als für die Betrachtung 2030, da sich einzelne Entwurfsflächen der Bauleitplanung (Betrachtung 2030) mit durch die 10 H-Regelung betroffenen Gebieten überlagern. Diese Entwurfsflächen machen bereits in der Betrachtung mit 10 H-Regelung die auf Ebene der Regionalplanung blockierten Flächen verfügbar, sodass der Effekt des Wegfalls der Regelung leicht reduziert wird.

Werten das größte Leistungspotenzial bereitstellt. Niedersachsen, Hessen und Nordrhein-Westfalen stellen die größten Mengen mit 12,8 GW, 12,1 GW und 10,3 GW. Die Stadtstaaten verbleiben zwischen 0 MW bis 200 MW. Brandenburg und Mecklenburg-Vorpommern verzeichnen jeweils einen großen Anstieg in von 2021 auf 2030 von 0 GW zu 1,5 GW bzw. von 1,8 GW zu 8,1 GW.

Tabelle 16: Leistung Zubau „Grüne Wiese“ 2021 und 2030

Bundesland	Leistungspotenzial auf 2021 freier Fläche (MW)	Leistungspotenzial auf 2030 freier Fläche (MW)
BB	0	1.500
BE	0	0
BW	4.200	5.900
BY	4.400 (ab Juni 2023: 14.000)*	4.800 (ab Juni 2023: 14.300)*
HB	200	200
HE	12.100	12.100
HH	100	100
MV	1.800	8.100
NI	10.800	12.800
NW	8.400	10.300
RP	5.300	6.500
SH	8.600	8.600
SL	1.200	1.200
SN	1.100	1.000
ST	4.700	5.800
TH	1.100	1.400
DEU	64.000	80.400

* ab Juni 2023 gilt die 10 H-Regelung in Bayern nicht mehr für ausgewiesene Windflächen

7.2 Auswirkungen einer längeren Betriebsdauer der Bestandsanlagen

Die vorliegenden Analysen gehen von einer Betriebsdauer der Bestandsanlagen von 20 Jahren aus. Im Folgenden wird der Einfluss der Bestandsanlagen auf die mit der aktuellen Flächenkulisse erreichbare Leistung 2030 sowie der Einfluss der Betriebsdauer hierbei dargestellt. Abbildung 23 stellt dies für eine Verlängerung der Laufzeit von 20 auf 25 Jahre im Jahr 2030 dar.⁸⁷

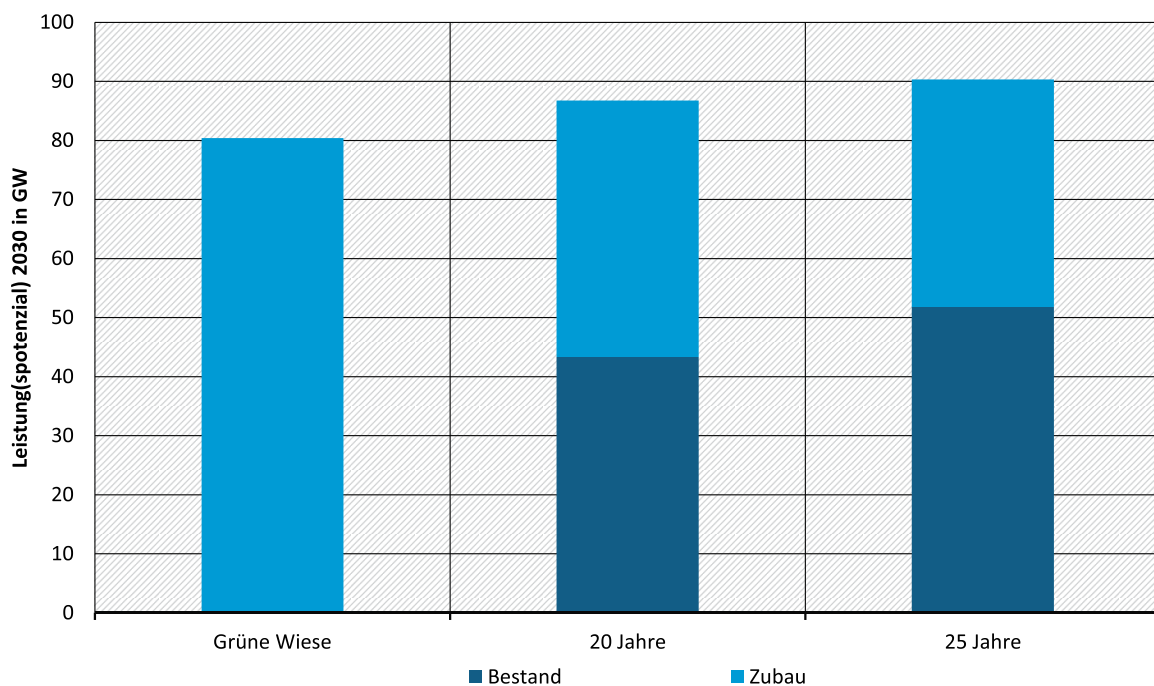
Wird die Betriebsdauer der Bestandsanlagen von 20 auf 25 Jahre angehoben, erhöht sich die Leistung des verbleibenden Bestands in 2030 um 8,5 GW von vorher 43,3 GW auf 51,8 GW. Das

⁸⁷ Die Untersuchung erfolgte unter Anwendung der 10 H-Regelung. Bei Berücksichtigung des Wegfalls der 10 H-Regelung für ausgewiesene Windflächen steigt das Zubaupotenzial entsprechend. Die Aussagen der Untersuchung zur Auswirkung des Bestands bleiben davon unberührt.

Leistungspotenzial für zugebaute Anlagen senkt sich demgegenüber geringfügig um 4,9 GW von 43,4 GW auf 38,5 GW, da weniger Flächen für Repowering frei werden. Dadurch ergibt sich ein **theoretisches Gesamtpotenzial von 86,8 GW bei 20 Jahren Betriebsdauer** und von **90,3 GW bei 25 Jahren Laufzeit**.

Demgegenüber steht ein theoretisches Leistungspotenzial auf vollständig freier Fläche von 80,4 GW. Bei 20-jähriger Betriebsdauer liegt das Leistungspotenzial 2030 somit 8,0 % höher als das langfristige Leistungspotenzial auf vollständig freier Fläche, bei 25-jähriger Betriebsdauer sogar 12,3 %. Eine Verlängerung der Betriebsdauer könnte demnach dazu beitragen, die Leistungsziele des EEG für 2030 und 2035 zu erreichen.

Abbildung 23: Leistungspotenziale bei einer Verlängerung der Betriebsdauer von 20 auf 25 Jahre



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

Auch bei Einbeziehung der bisher durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen liegt das Leistungspotenzial unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen über dem Potenzial auf vollständig freier Fläche. Da von den betroffenen 320 km² Fläche 2030 „nur“ ca. 200 km² frei sind, steigt das Potenzial auf vollständig freier Fläche mit 9,5 GW stärker an als das Zubaupotenzial unter Berücksichtigung des Bestands in Höhe von etwas über 7 GW.

7.3 Ertragspotenzial auf der verfügbaren Flächenkulisse

Das **Ertragspotenzial für den Zubau auf vollständig freier Fläche** („Grüne Wiese“) in 2021 beträgt theoretisch 164 TWh, sofern die Flächen vollständig genutzt werden könnten. Bis **2030**, d. h. unter Berücksichtigung der Entwurfsflächen, steigt dieses Potenzial um etwa 41 TWh auf **205 TWh**. Bei Berücksichtigung der bisher durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen in Bayern steigt der Wert 2021 um ca. 21 TWh auf 185 TWh und 2030 um knapp 21 TWh auf 226 TWh.

Ein Vergleich mit Berücksichtigung der Bestandsanlagen spiegelt die Erkenntnisse aus dem vorherigen Abschnitt. Bis 2030 wird sich das bundesweite theoretische Ertragspotenzial auf der freien Fläche auf 106 TWh erhöhen. Der Ertrag der Bestandsanlagen 2030 sinkt hingegen durch

den Rückbau von Altanlagen auf 108 TWh. Insgesamt liegt der potenzielle Gesamtertrag 2030 damit bei **214 TWh** und damit 4,4 % höher als das **theoretische Ertragspotenzial auf vollständig freier Fläche 2030 in Höhe von 205 TWh**. Dies zeigt, dass der Beitrag der Bestandsanlagen außerhalb der Flächenkulisse voraussichtlich auch einen höheren Effekt auf das gesamte Ertragspotenzial hat als die höhere Flächeneffizienz innerhalb der Flächenkulisse bei einem vollständig neuen Zubau.

Die Analyse zeigt jedoch auch, dass der **Effekt auf das Ertragspotenzial deutlich geringer** ist als der Effekt auf das Leistungspotenzial. Während das Leistungspotenzial unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen bei 20-jähriger Betriebsdauer 8,0 % über dem Leistungspotenzial auf vollständig freier Fläche liegt, beträgt der Effekt auf das Ertragspotenzial nur 4,4 %.

Auch bei Einbeziehung der bisher durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen liegt das Ertragspotenzial unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen weiterhin über dem Potenzial auf vollständig freier Fläche, wenn auch nur noch geringfügig. Da von den betroffenen 320 km² Fläche 2030 „nur“ ca. 200 km² frei sind, steigt das Potenzial auf vollständig freier Fläche mit ca. 21 TWh jedoch stärker an als das Ertragspotenzial des möglichen Zubaus unter Berücksichtigung des Bestands in Höhe von knapp 16 TWh.

7.4 Auswertung der Leistungs- und Ertragseffizienz

Tabelle 17 gibt Aufschluss über die ermittelten Ertragseffizienzen je Bundesland, d. h. wie viel GWh lassen sich im Durchschnitt je km² Landesfläche erwirtschaften. Diese sind eine Funktion aus spezifischem Flächenbedarf einer Windenergieanlage in ha/MW und den Volllaststunden in Abhängigkeit der Windbedingungen auf der Flächenkulisse. Der spezifische Flächenbedarf wird beeinflusst durch Flächengröße und -form der individuellen Flächen. Für eine tiefergehende Diskussion siehe Guidehouse et al. (2022)⁸⁸.

Tabelle 17: Spezifischer Flächenbedarf, Volllaststunden und Ertragseffizienz je Bundesland bei vollständig freier Fläche („Grüne Wiese“) 2030

Bundesland	Spezifischer Flächenbedarf in ha/MW	Volllaststunden	Ertragseffizienz in GWh/km ²
BB	3,6	2.830	79
BW	2,2	1.970	88
BY	2,5	2.010	79
HB	1,6	2.630	161
HE	3,2	2.300	72
HH	1,3	2.560	190
MV	3,0	2.670	89
NI	2,4	2.750	113
NW	2,4	2.730	112

⁸⁸ Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht (2022) „Auswirkungen einer Rotor-in-Planung auf die Verfügbarkeit von Windflächen“, verfügbar unter <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/auswirkungen-einer-rotor-in-planung-auf-die>

Bundesland	Spezifischer Flächenbedarf in ha/MW	Volllaststunden	Ertragseffizienz in GWh/km ²
RP	2,4	2.280	95
SH	2,3	3.140	134
SL	1,8	2.270	125
SN	2,1	2.630	125
ST	3,9	2.640	68
TH	3,7	2.390	64
Deutschland	2,7	2.550	94

7.5 Gegenüberstellung der Leistungs- und Ertragspotenziale der aktuellen Flächenkulisse mit den Zielen des Bundes

Das noch verfügbare Leistungspotenzial der rechtskräftigen Flächenkulisse sowie perspektivisch das Potenzial der aktuellen Entwürfe **reicht nicht zur Deckung der Ausschreibungsmengen der kommenden Jahre**. Demnach ist in den nächsten Jahren ein **deutlich zu geringer Zubau der Windenergie an Land** zu erwarten.

Zur Erreichung der im EEG 2023 verankerten Leistungsziele muss rechtzeitig, d. h. zeitnah, der Ausbau deutlich erhöht werden. Dementsprechend wurden im EEG 2023 ebenfalls die zukünftigen Ausschreibungsmengen angepasst. Grundsätzlich steigt das Ausschreibungsvolumen auf 10 GW pro Jahr. Für 2023 sind 12,84 GW vorgesehen. Berücksichtigt man die durchschnittlichen Realisierungszeiträume von ca. zwei Jahren⁸⁹, sind die Ausschreibungsmengen bis 2028 entscheidend für den Zubau bis 2030. In Summe beträgt das Ausschreibungsvolumen 2023 und 2028 über 60 GW.

Die vorliegenden Analysen zeigen jedoch, dass die rechtskräftige Flächenkulisse inkl. der aktuellen Entwürfe bis 2030 (d. h. unter Berücksichtigung freiwerdender Flächen bei 20 Jahren Betriebsdauer der Bestandsanlagen) schätzungsweise lediglich 30 GW Potenzial bietet. Zwar beträgt die theoretisch installierbare Leistung auf aktuell freier, rechtskräftiger Flächenkulisse 21 GW, allerdings lassen die Analysen rückschließen, dass diese freie Fläche nur zu sehr geringen Anteilen praktisch noch nutzbar ist. Der Großteil der freien Fläche stellt voraussichtlich den nicht nutzbaren Anteil der rechtskräftigen Flächenkulisse dar. Die aktuellen Genehmigungszahlen bestätigen diese Einschätzung⁹⁰. Größeres kurzfristiges Potenzial liegt mit ca. 7 GW in dem Wegfall der 10 H-Regelung ab Juni 2023 für ausgewiesene Flächen in Bayern.

Die Untersuchung zeigt weiterhin, dass auf den rechtskräftigen Flächen der Regionalplanung bei einer Betriebsdauer von 20 Jahren bis 2030 nur ein Repoweringpotenzial von knapp 6 GW besteht. Das Leistungspotenzial auf den bis 2030 freien Entwurfsflächen der Regionalplanung beträgt 11 GW, sollten diese in der jetzigen Form in den nächsten Jahren rechtskräftig werden. Das Leistungspotenzial der erfassten Entwurfsflächen der Bauleitplanung beträgt weniger als 2 GW.

⁸⁹ Guidehouse, ehemals Navigant, et al. (2019) Evaluierungsbericht der Ausschreibungen für erneuerbare Energien.

⁹⁰ Die im ersten Halbjahr 2022 genehmigte Leistung betrug 1,7 GW. Die 2021 genehmigte Leistung betrug knapp über 4 GW. Vgl. FA Wind „Jährlich genehmigte Windenergieleistung/-anlagen“ <https://www.fachagentur-windenergie.de/veroeffentlichungen/ausbauentwicklung/genehmigungen/>

Damit stehen den über **60 GW Ausschreibungsvolumen bis Ende 2028 nur ein geschätztes Leistungspotenzial von 30 GW gegenüber**, welches sich aus den geringen noch nutzbaren Anteilen der aktuell freien Flächen, dem Potenzial durch den Wegfall der 10 H-Regelung für ausgewiesene Flächen in Bayern, den aktuellen Entwurfsflächen und den im Verlauf der kommenden Jahre frei werdenden Flächen zusammensetzt.

8 Ergebnisse zum zusätzlichen Flächenbedarf zur Zielerreichung 2030

Die Windenergie an Land soll einen wesentlichen Beitrag zur Erreichung der Klimaziele Deutschlands liefern. Im EEG 2023 sind entsprechend ambitionierte Leistungsziele für den weiteren Ausbau festgelegt. Bis 2030 sollen 115 GW, bis 2035 157 GW und bis 2040 160 GW installiert werden. Auch nach 2040 soll die installierte Leistung auf dem Niveau von 160 GW erhalten bleiben. Um diese Leistungsziele erreichen zu können, müssen rechtzeitig ausreichend Flächen für die Windenergie an Land ausgewiesen werden.

Das WindBG legt fest, dass mit Blick auf das Zieljahr 2030 bis 2027 1,4 % der Bundesfläche und mit Blick auf die Zieljahre 2035, 2040 und darüber hinaus bis 2032 2,0 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land ausgewiesen werden sollen. Im WindBG werden den Bundesländern individuelle Flächenbeitragswerte zugewiesen.

Im Rahmen dieser Studie wurde vor Festlegung der Flächenbeitragswerte im WindBG analysiert, welcher Flächenbedarf besteht, um die im EEG 2023 festgelegten Leistungsziele erreichen zu können. Zur Ermittlung des zusätzlichen Flächenbedarfs wurden die Erkenntnisse zur aktuellen Flächenkulisse herangezogen. Der zusätzliche Flächenbedarf wird als **Rotor-out-Ziel** definiert, d. h. der Turmfuß darf bis an den Rand der Flächenkulisse heranrücken und der Rotor somit darüber hinausragen. Sollte ein Bundesland Flächen explizit als Rotor-in Flächen ausweisen, müsste das Flächenziel entsprechend erhöht werden, so dass die Flächen nach Umrechnung das Rotor-out-Flächenziel des Bundeslandes erreichen.

Die Untersuchungen zur Nutzbarkeit der Windflächen zeigen, dass ein gewisser Teil der Windflächen nicht nutzbar ist und somit mehr Flächen ausgewiesen werden müssen als zur Erreichung der Leistungsziele benötigt werden. Die folgenden Ergebnisse basieren auf der Annahme, dass entsprechend der Analysen und Erhebung zur **Nicht-Nutzbarkeit 30 %** der Flächen in der Praxis nicht genutzt werden können.

8.1 Flächenbedarf bei Annahme vollständig freier Flächen

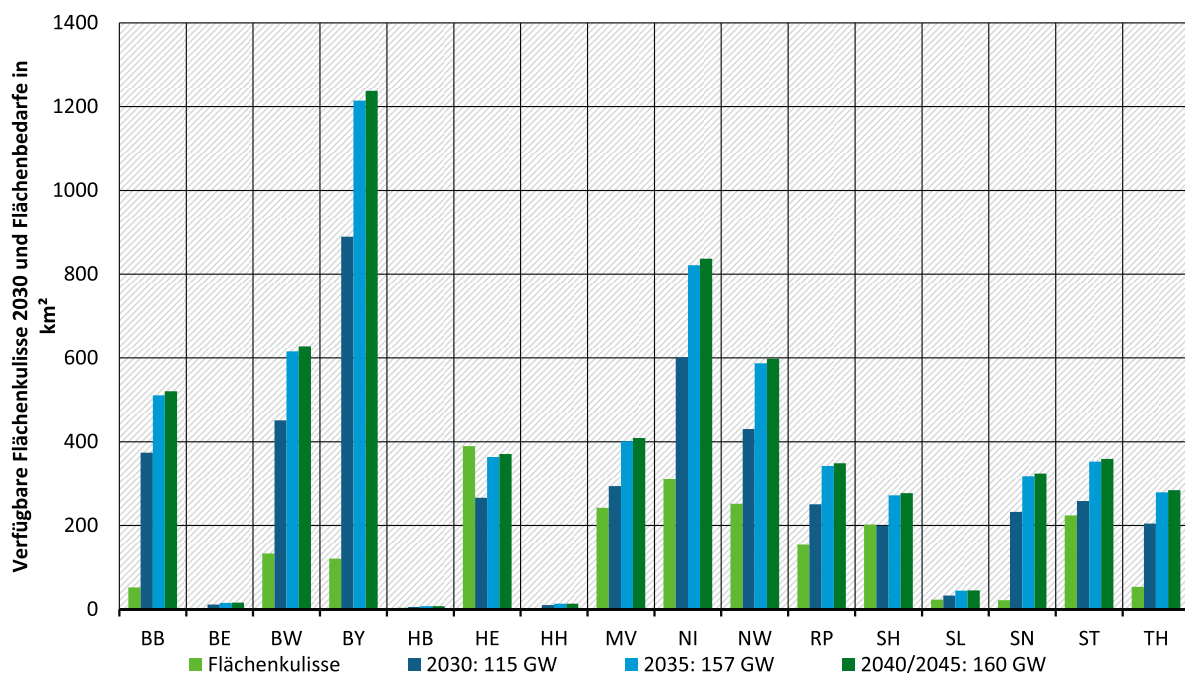
Tabelle 18 zeigt im Ergebnis den Flächenbedarf für die Windenergie an Land zur Erreichung der im EEG 2023 festgelegten Leistungsziele und stellt diese der aktuell verfügbaren Flächenkulisse 2030 (d. h. inkl. aktueller Entwürfe) gegenüber. Bei einer Annahme von 30 % Nicht-Nutzbarkeit der Flächen wird **für 115 GW in 2030** eine Flächenkulisse von **1,3 % der Bundesfläche** sowie **für 160 GW** eine Flächenkulisse von **1,8 % der Bundesfläche** benötigt. Diese Flächenkulisse muss vollständig für die Windenergie an Land verfügbar sein und darf demnach keinen weiteren Einschränkungen wie pauschalen Siedlungsabständen oder Höhenbeschränkungen unterliegen. Demgegenüber steht die verfügbare Flächenkulisse 2030 von ca. 0,6 %, die also weniger als die Hälfte der benötigten Flächen abdeckt.

Tabelle 18: Flächenbedarf für Deutschland bei Annahme vollständig freier Flächen

	Verfügbare Flächenkulisse 2021	Verfügbare Flächenkulisse 2030	2030: 115 GW	2035: 157 GW	2040/2045: 160 GW
In km ²	1.690	2.180	4.500	6.150	6.270
Anteil an der Bundesfläche	0,47 %	0,61 %	1,3 %	1,7 %	1,8 %

Abbildung 24 stellt die Ergebnisse je Bundesland in absoluten Werten dar. Entgegen der individuellen Verteilung der Flächenbeitragswerte im WindBG, wurde in dieser Studie zuerst eine Verteilung des Flächenbedarfs anteilig zur Landesfläche untersucht (d. h. jedes Bundesland weist denselben prozentualen Anteil an der Landesfläche aus). Die Abbildung zeigt, dass bei dieser Gleichverteilung der größte Flächenbedarf entsprechend der absteigenden Reihenfolge der Landesgrößen in Bayern, Niedersachsen, Baden-Württemberg, Nordrhein-Westfalen und Brandenburg besteht. Ein Vergleich mit der verfügbaren Flächenkulisse 2030 zeigt, dass nur wenige Bundesländer bereits genügend Fläche ausgewiesen haben. Aktuell erreichen nur Hessen und Schleswig-Holstein⁹¹ die hier dargestellten Zielwerte für 2030. Mecklenburg-Vorpommern und Sachsen-Anhalt kommen diesen nahe. Der größte zusätzliche Flächenbedarf besteht in Bayern, Baden-Württemberg, Brandenburg, Sachsen und Thüringen.

Abbildung 24: Flächenbedarf je Bundesland in km² bei Annahme vollständig freier Flächen



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse.

8.2 Zusätzlicher Flächenbedarf unter Berücksichtigung der Bestandsanlagen

Die Ermittlung des Flächenbedarfs unter der Annahme vollständig freier Flächen in Abschnitt 8.1 stellt eine theoretische Analyse dar bzw. eine Annäherung für eine langfristige Betrachtung, wenn alle Bestandsanlagen entweder rückgebaut oder repowert wurden. Mindestens in den betrachteten Jahren 2030 und 2035 wird hingegen immer noch ein relevanter Teil der aktuellen Flächenkulisse von Bestandsanlagen belegt sein, die im Durchschnitt voraussichtlich weniger effizient sind als die für 2030 angenommene Referenzanlage, auf deren Basis in Abschnitt 8.1 der Flächenbedarf ermittelt wurde. Dies wirkt sich steigernd auf den Flächenbedarf aus. Demgegenüber stehen die Bestandsanlagen außerhalb der aktuellen Flächenkulisse, welche einen positiven Beitrag zur Erreichung der Leistungs- bzw. Ertragsmengenziele leisten werden und sich somit senkend auf den zusätzlichen Flächenbedarf auswirken, zumindest solange diese noch nicht rückgebaut wurden. Die Betrachtung in den Abschnitten 7.2 sowie 7.3 zeigt, dass sich in der Summe der zwei Effekte die Berücksichtigung der Bestandsanlagen positiv auf die

⁹¹ Den Flächenbeitragswert nach WindBG für das Zwischenziel 2027 erreicht hingegen nur Hessen. Schleswig-Holstein verfehlt den Wert knapp.

potenziell erreichbaren Leistungs- bzw. Ertragswerte auswirken, wobei der Effekt auf die Leistung deutlich höher ist. Dies bedeutet, dass der Flächenbedarf im Zieljahr selbst somit geringfügig niedriger liegen kann, als bei Betrachtung vollständig freier Flächen. Langfristig ist jedoch immer für die Ermittlung des Flächenbedarfs die Betrachtung vollständig freier Fläche anzusetzen.

8.3 Einfluss verschiedener Faktoren auf den Flächenbedarf

Verschiedene Einflussfaktoren bestimmen den Flächenbedarf zur Ziellücke. Diese sind zum einen die spezifische Flächenleistung, d. h. wie viel Ertrag kann durchschnittlich je km² erwirtschaftet werden, die Nutzbarkeit der Flächen, d. h. ist die verfügbare Fläche auch tatsächlich voll nutzbar, sowie der Verteilungsschüssel der Flächen auf die Bundesländer, da die Windbedingungen unterschiedlich sind.

8.3.1 Nutzbarkeit der Flächenkulisse

Die Nutzbarkeit der aktuellen und zukünftigen Flächenkulisse ist ein wesentlicher Faktor, der mit darüber entscheiden wird, ob die im WindBG festgelegten Flächenziele in ihrer Höhe ausreichen, um die Leistungsziele des EEG erreichen zu können.

Die Analysen zur Bebauung der Flächenkulisse sowie die Umfrage unter Projektierern (s. Kapitel 5) zeigen, dass die Nicht-Nutzbarkeit in der Vergangenheit bei ca. 30 % lag. Ob dieser Wert in der Zukunft auf gleichem Niveau bleibt, ist ungewiss. Einerseits sollen Maßnahmen zum Abbau von Hemmnissen die Nutzbarkeit erhöhen (u. a. Artenschutz, Drehfunkfeuer, Wetterradare). Andererseits erfordert ein Flächenziel eine deutliche Zunahme der bisherigen Flächenausweisungen, sodass anzunehmen ist, dass verstärkt auch Flächen in Bereichen mit höheren Konfliktrisiken für die Windenergie ausgewiesen werden.

Tabelle 19 zeigt die Auswirkungen einer veränderten Nicht-Nutzbarkeit auf den Flächenbedarf. Eine Nicht-Nutzbarkeit von 20 statt 30 % führt demnach zu einem reduzierten Flächenbedarf für 2030 von 1,1 % der Bundesfläche und langfristig für 160 GW von nur 1,5 % der Bundesfläche, d. h. 13 % unterhalb des Flächenbedarfs bei einer Nicht-Nutzbarkeit von 30 %. Bei einer Nicht-Nutzbarkeit von 40 % reicht die Flächenkulisse von 1,5 % der Bundesfläche hingegen nur für das deutlich geringere Leistungsziel in 2030. Der langfristige Flächenbedarf liegt bei 40 % Nicht-Nutzbarkeit über 2,0 % der Bundesfläche und damit 17 % höher.

Tabelle 19: Zusätzlicher Flächenbedarf als Anteil der deutschen Bundesfläche bei Variation der Nicht-Nutzbarkeit

Nicht Nutzbarkeit	2030: 115 GW	2040/2045: 160 GW	Prozentuale Abweichung
20 %	1,1 %	1,5 %	-13 %
30 %	1,3 %	1,8 %	/
40 %	1,5 %	2,0 %	+17 %

8.3.2 Spezifische Flächenleistung der Referenzanlage

Die spezifische Flächenleistung (d. h. das Verhältnis von Generator zu Rotorfläche) einer Windenergieanlage bestimmt maßgeblich die auf den Flächen installierbare Leistung. Im Verlauf des Vorhabens wurden Berechnungen mit verschiedenen Anlagenspezifikationen durchgeführt. Es wird bei den Analysen zwischen Stark- und Schwachwindanlagen in Abhängigkeit von der

mittleren Windgeschwindigkeit am Standort auf 150 m Höhe unterschieden. Die Konfiguration beider Anlagentypen wurde im Projektverlauf in Bezug auf die spezifische Flächenleistung angepasst. Konkret wurde die Nennleistung der Referenzanlagen variiert, während Rotordurchmesser und Nabenhöhe unverändert geblieben sind.

Die Schwachwindanlagen wurden zu Beginn der Arbeiten mit 230 W/m^2 angenommen, jedoch zeigten spätere Auswertungen der Genehmigungen und der Zubauanlagen (vgl. Abschnitt 2.2.2), dass sich der Trend zu einer geringeren spezifischen Flächenleistung in den letzten Jahren verlangsamte bzw. fast stagnierte. Daher wurde für die Schwachwindanlage im weiteren Projektverlauf eine spezifische Flächenleistung von 260 W/m^2 angenommen, während für die Starkwindanlagen 300 W/m^2 anstatt 290 W/m^2 angesetzt wurden.

Aus der angepassten spezifischen Flächenleistung resultiert eine geänderte Nennleistung der Anlagen, da diese aus Rotordurchmesser und spezifischer Flächenleistung berechnet wird. Die Auswirkungen lassen sich an einem vereinfachten Beispiel zeigen. Liegt die spezifische Flächenleistung in der Praxis 10 % niedriger und bleibt hierbei der Rotordurchmesser identisch, bedeutet dies eine Reduzierung der Generatorleistung um 10 %. Im Ergebnis bleibt die platzierte Anlagenanzahl auf den Flächen identisch, das Leistungspotenzial sinkt hingegen um 10 % und der Flächenbedarf für ein gegebenes Leistungsziel steigt um 11 %. Die geringere Nennleistung der Einzelanlagen wird somit über eine höhere Anlagenanzahl ausgeglichen, was mit einem höheren Flächenbedarf einhergeht.

Die Auswirkungen auf die Erträge sind hingegen geringer, da eine Anpassung der Nennleistung bei gleichbleibendem Rotordurchmesser nur in Zeiten hoher Windgeschwindigkeiten zu Änderungen der Einspeisung führt.

Im konkreten oben geschilderten Fall, d. h. der Annahme einer geringeren spezifischen Flächenleistung in Höhe von 230 W/m^2 (Schwachwindanlage) bzw. 290 W/m^2 (Starkwindanlage) anstelle von 260 W/m^2 bzw. 300 W/m^2 , führten die **Zwischenergebnisse mit der Annahme geringerer spezifischer Flächenleistungen** zu einem Flächenbedarf für die langfristigen Leistungsziele in Höhe von **2,0 % der Bundesfläche** anstelle von 1,8 % der Bundesfläche.

8.3.3 Verteilungsschlüssel

Die konkrete Flächengröße und -form hat einen Einfluss auf die Leistungseffizienz. Die Windbedingungen am Standort prägen darüber hinaus die Ertragseffizienz. Die Analyse zeigt hierbei strukturelle Unterschiede zwischen den Bundesländern (s. Abschnitt 7.4).

Der zukünftige Flächenbedarf wird unter Annahme einer gleichbleibenden Ertragseffizienz je Bundesland bestimmt. Der Verteilungsschlüssel der Flächen auf die Bundesländer hat somit einen Einfluss auf den Flächenbedarf. Sollen mehr Flächen in Bundesländern mit geringerer Ertragseffizienz ausgewiesen werden, steigt der Flächenbedarf.

Die zuvor dargestellten Ergebnisse zum Flächenbedarf unterstellen eine Verteilung proportional zur Landesfläche, d. h. alle Bundesländer tragen denselben Anteil ihrer Landesfläche bei. Alternativ wurde untersucht, wie sich die Verteilung gemäß der Flächenziele des WindBG auf den Flächenbedarf auswirkt. Die Analyse zeigt, dass der Verteilungsansatz nur bei starken Unterschieden in der Verteilung stärkere Auswirkungen auf den Flächenbedarf hat. Bei einer Verteilung gemäß dem Ziel des WindBG für 2032 (2%-Ziel), erhöht sich der Flächenbedarf hingegen um nur 0,3 % gegenüber der Verteilung proportional zur Landesfläche. Bei einer Verteilung gemäß dem Ziel des WindBG für 2027 (1,4%-Zwischenziel) erhöht sich der Flächenbedarf um 1,1 %.

Wird demgegenüber die Verteilung rein proportional zu den dem WindBG zu Grunde gelegten Flächenpotenzialen⁹² ermittelt (Szenario Windhöffigkeit, Variante B), ergibt sich ein 3,6 % höherer Flächenbedarf. Bei einer Verteilung proportional zu dem ebenfalls in der Flächenpotenzialanalyse untersuchten Basisszenario, Variante A, liegt der Flächenbedarf 5,8 % höher. Im Szenario Windhöffigkeit, Variante B liegen die Potenziale für die Windenergie gegenüber dem Basisszenario, Variante A stärker in Regionen mit guten Windbedingungen, sodass im Basisszenario der Flächenbedarf aufgrund geringerer Ertragseffizienzen der Flächenkulisse höher liegt. Bei der rein proportionalen Verteilung werden zudem keine Grenzwerte eingezogen. Dadurch müssten Bundesländer mit hohen Potenzialen deutlich höhere Beiträge leisten als Bundesländer mit verhältnismäßig geringeren Potenzialen.

8.4 Einordnung des zusätzlichen Flächenbedarfs vor dem Hintergrund des 2%-Flächenziels im WindBG

Die Analyse des zukünftigen Flächenbedarfs zur Erreichung der klimapolitischen Ziele für die Windenergie an Land zeigt, dass zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von **160 GW** ein Flächenbedarf von **1,8 % der Bundesfläche** besteht, diese Angabe jedoch Unsicherheiten unterliegt.

Vorherige Berechnungen im Verlauf des Vorhabens haben einen leicht höheren Flächenbedarf von knapp **2,0 % der Bundesfläche** aufgezeigt.⁹³ Dieser im Herbst 2021 ermittelte höhere Flächenbedarf beruht maßgeblich auf zwei Einflussfaktoren:

- ▶ **Die spezifische Flächenleistung der Referenzanlage:** Im Vergleich zu den Zwischenergebnissen im Herbst 2021 wurde in den finalen Berechnungen eine Referenzanlage mit leicht höherer spezifischer Flächenleistung angenommen⁹⁴. Bei gleichbleibendem Rotordurchmesser von 165 m bedeutet dies einen Anstieg der Nennleistung der Einzelanlage, was sich senkend auf den Flächenbedarf auswirkt.
- ▶ **Die verfügbare Flächenkulisse:** Im Vergleich zu den Zwischenergebnissen im Herbst 2021 sind weitere Einschränkungen der Flächenkulisse bekannt bzw. eingeführt worden (vermehrte Rotor-in-Regelungen, Siedlungsabstände Höhenbeschränkungen). Diese reduzieren die durchschnittliche Flächengröße der verfügbaren Flächenkulisse. Da bei sinkender Flächengröße die Leistungseffizienz steigt, senkt dies den Flächenbedarf unter der Annahme, dass zukünftige Ausweisungen je Bundesland den bisherigen Mustern von Flächengröße und -form entsprechen.

Hierbei anzumerken ist jedoch, dass sich eine Erhöhung der spezifischen Flächenleistung deutlich stärker auf die installierbare Leistung auswirkt als auf die auf der Fläche zu erzielenden Erträge. Eine Anhebung der Nennleistung bei gleichbleibendem Rotordurchmesser führt nur in Zeiten hoher Windgeschwindigkeiten zu einer Erhöhung der Einspeisung. Die Vollaststunden

⁹² Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht, Bosch & Partner (2022): Analyse der Flächenverfügbarkeit für Windenergie an Land post-2030. Verfügbar unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/analyse-der-flaechenverfuegbarkeit-fur-windenergie-an-land-post-2030.pdf?__blob=publicationFile&v=4

⁹³ Diese Ergebnisse haben auch Eingang in den Bericht des Bund-Länder-Kooperationsausschusses für Windenergie an Land Berichtsjahr 2021 gefunden. Zu finden unter https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/E/EEG-Kooperationsausschuss/2021/bericht-bund-laender-kooperationsausschuss-2021.pdf?__blob=publicationFile&v=4

⁹⁴ Die spezifische Flächenleistung der Schwachwindanlage betrug in ersten Zwischenberechnungen 230 W/m² und die der Starkwindanlage 290 W/m². Diese Annahmen wurden in den finalen Berechnungen auf 260 W/m² bzw. 300 W/m² hochgesetzt (s. Abschnitt 2.2.2).

der Anlage sind somit geringer. Wird der Ausbau der Windenergie an Land nach einem Leistungsziel gesteuert, sinkt in der Konsequenz der damit zu erzielende Energieertrag und damit der Beitrag der Windenergie an Land zu den Klimazielen. Liegen die Volllaststunden bzw. Energieerträge der zugebauten Windenergieanlagen unterhalb der Annahmen bzw. Zielwerte, muss ein Leistungsziel und damit verbunden ein Flächenziel nach oben korrigiert werden.

Die größte Unsicherheit liegt jedoch voraussichtlich in der Nutzbarkeit der zukünftigen Flächenkulisse. Bei einer reduzierten Nicht-Nutzbarkeit von 20 % könnten bei Beibehaltung aller anderen Einflussfaktoren bereits nur 1,5 % der Bundesfläche zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von 160 GW reichen. Liegt die Nicht-Nutzbarkeit jedoch mit 40 % höher als angenommen, reichen die 1,5 % gerade zur Deckung des Leistungsziels von 115 GW in 2030.

Aus mehreren Gründen ist es allerdings immer ratsam, dass das Flächenziel einen Puffer gegenüber dem ermittelten Flächenbedarf aufweist, um die Leistungsziele bzw. die dahinterstehenden Ertragsziele erreichen zu können:

- ▶ Die Berechnungsgrundlage zur Bestimmung der anrechenbaren Fläche nach WindBG unterscheidet sich leicht von dem hier gewählten Ansatz der Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse. Werden hier zur Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse Flächen mit Höhenbeschränkungen, die Windenergieanlagen mit 150 m Gesamtbauhöhe oder mehr nicht zulassen, konsequent ausgeschlossen, werden gemäß WindBG rechtskräftige Bestandsflächen mit Höhenbeschränkungen uneingeschränkt auf die Flächenziele angerechnet. Nur bei zukünftigen Flächenausweisungen erfolgt keine Anrechnung der Flächen. Weiterhin werden nach WindBG Flächen um Bestandsanlagen außerhalb der Flächenkulisse auf das Flächenziel angerechnet.
- ▶ Ein Ausschreibungssystem zur Förderung erneuerbarer Energien erfordert ein gewisses Wettbewerbsniveau. Hierzu muss das Angebotsvolumen und damit das Flächenziel das Ausschreibungsvolumen und damit den Flächenbedarf übersteigen.

9 Schlussfolgerungen und Handlungsempfehlungen

9.1 Schlussfolgerungen

Nach Analyse der Ergebnisse können mit Blick auf die Ziele des Vorhabens folgende Schlussfolgerungen gezogen werden:

1. Derzeit sind nur 0,47 % der Bundesfläche für die Windenergie an Land rechtskräftig ausgewiesen und verfügbar. Zur Erreichung des im WindBG verankerten 1,4-%-Flächenziels 2027 muss die verfügbare Flächenkulisse demnach verdreifacht, zur Erreichung des 2,0-%-Flächenziels 2032 vervierfacht werden. Die aktuellen Entwürfe in ihrer jetzigen Form erhöhen die verfügbare Flächenkulisse lediglich auf 0,61 % der Bundesfläche.

Die Flächen der Regionalplanung konnten im Vorhaben vollständig mit Stand Ende 2021 zusammengetragen werden. Zudem wurde im Vergleich zum Vorhaben Flächenanalyse I ein deutlich verbesserter Datenstand der Flächen der Bauleitplanung zusammengestellt, welcher die aktuell bestverfügbare zentrale Datenbasis darstellt.

Die aktuell ausgewiesene rechtskräftige Flächenkulisse beträgt 2.830 km². Hiervon entfallen ca. 1.910 km² auf Flächen der Regionalplanung und 920 km² auf darüberhinausgehende Flächen der Bauleitplanung⁹⁵. Die rechtskräftige Flächenkulisse der Regionalplanung stieg seit Ende 2017 (Datenstand Flächenanalyse I) um 740 km². Hiervon wurden 540 km² alleine in 2020 ausgewiesen (großflächige Ausweisungen in Schleswig-Holstein und Hessen), in den übrigen Jahren waren es jeweils unter 80 km². Gegenüber dem Vorhaben Flächenanalyse I wurden zudem mehr als 500 km² weitere Flächen der Bauleitplanung erfasst, wobei es sich hier weitgehend nicht um zusätzliche Ausweisungen seit 2017 sondern um Altflächen handelt, die im vorherigen Vorhaben nicht erfasst wurden.

Die quantitative Analyse der Einschränkungen der Verfügbarkeit zeigt, dass 40 % der ausgewiesenen, rechtskräftigen Flächenkulisse in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt ist. Insbesondere der Planungsansatz, ob der Rotor innerhalb der Fläche liegen muss oder darüber hinausragen darf, ist entscheidend für die Verfügbarkeit der Fläche. Die verfügbare, rechtskräftige Fläche beträgt demnach 1.690 km². Dies entspricht 0,47 % der Bundesfläche.

Der Ansatz der Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse ist nicht identisch mit der Ermittlung der anrechenbaren Fläche auf die im WindBG festgelegten Flächenziele.⁹⁶ Dennoch kann die hier ermittelte verfügbare Flächenkulisse als gute Indikation für die nach dem WindBG anrechenbare Flächenkulisse dem Flächenziel gegenübergestellt werden, da insbesondere die Methodik zur Ermittlung der Einschränkung „Rotor-in“ identisch abgebildet wurde. Daher bietet eine Gegenüberstellung der verfügbaren Flächenkulisse mit den Flächenzielen ein klares Indiz für den weiteren Bedarf an Flächenausweisungen. Das 1,4-%-Flächenziel entspricht gemäß der Flächenziele je Bundesland in Anlage 1 WindBG einer Fläche von ca. 5.010 km². Die Ziellücke

⁹⁵ Zur Erinnerung: Werden Flächen sowohl von Plänen auf Ebene der Regionalplanung als auch Plänen auf Ebene der Bauleitplanung erfasst, werden diese Flächen in dieser Studie nicht doppelt erfasst, sondern einzig der Ebene der Regionalplanung zugeordnet. Die Flächen, die der Bauleitplanung zugeordnet werden, stellen somit die über die Flächen der Regionalplanung hinausgehenden Flächen der Bauleitplanung dar.

⁹⁶ Konkret berücksichtigt die vorliegende Analyse zwei Fälle nicht, welche im WindBG jedoch angerechnet werden. Erstens werden auch rechtskräftige Flächen mit einer Höhenbeschränkung von 150 m oder weniger in der vorliegenden Analyse abweichend als nicht verfügbar eingestuft und zweitens wird für Bestandsanlagen außerhalb der Flächenkulisse keine Fläche angerechnet. (Vgl. Abschnitt 6.4)

gegenüber der verfügbaren, rechtskräftigen Flächenkulisse beträgt somit 3.320 km². Diese Ziellücke ist innerhalb weniger Jahre bis 2027 zu schließen.

Die Betrachtung der aktuellen Entwurfsflächen zeigt, dass die ausgewiesene Fläche mit den jetzigen Planungen auf 3.480 km² ansteigen kann. Davon verfügbar sind 2.180 km². Dies entspricht 0,61 % der Bundesfläche. Die Entwürfe können in der jetzigen Form somit zu einem Anstieg der verfügbaren Flächenkulisse von knapp 500 km² beitragen. Die aktuellen Entwurfsflächen können damit in ihrer jetzigen Form nur knapp 15 % der Ziellücke bis 2027 schließen.

2. Das noch verfügbare Leistungspotenzial der rechtskräftigen Flächenkulisse sowie perspektivisch das Potenzial der aktuellen Entwürfe reicht nicht zur Deckung der Ausschreibungsmengen der kommenden Jahre. Demnach ist in den nächsten Jahren ein deutlich zu geringer Zubau der Windenergie an Land zu erwarten.

Die im WindBG festgelegten Flächenziele sollen die Grundlage bilden für das Erreichen der angepassten Leistungsziele für 2030 und 2035 bzw. darüber hinaus, die der Bund im EEG 2023 deutlich angehoben hat. Demnach soll die installierte Leistung der Windenergie an Land bis 2030 115 GW, bis 2035 157 GW und bis 2040 sowie darüber hinaus 160 GW betragen.

Zur Erreichung der Leistungsziele muss rechtzeitig, d. h. zeitnah, der Ausbau deutlich erhöht werden. Dementsprechend wurden im EEG 2023 ebenfalls die zukünftigen Ausschreibungsmengen angepasst. Grundsätzlich steigt das Ausschreibungsvolumen auf 10 GW pro Jahr. Für 2023 sind 12,84 GW vorgesehen. Berücksichtigt man die typischen Realisierungszeiträume von ca. zwei Jahren⁹⁷, sind die Ausschreibungsmengen bis 2028 entscheidend für den Zubau bis 2030. In Summe beträgt das Ausschreibungsvolumen zwischen 2023 und 2028 über 60 GW.

Die vorliegenden Analysen zeigen jedoch, dass die rechtskräftige Flächenkulisse inkl. der aktuellen Entwürfe bis 2030 (d. h. unter Berücksichtigung frei werdender Flächen bei 20 Jahren Betriebsdauer der Bestandsanlagen) **nur schätzungsweise 30 GW Potenzial** bietet.

Zwar beträgt die theoretisch installierbare Leistung auf aktuell freier, rechtskräftiger Flächenkulisse 21 GW, allerdings lassen die Analysen rückschließen, dass diese freie Fläche nur zu geringen Anteilen praktisch noch nutzbar ist bzw. **wenige GW** praktisches Leistungspotenzial bestehen. Der Großteil der freien Fläche stellt voraussichtlich den nicht nutzbaren Anteil der rechtskräftigen Flächenkulisse dar. Die aktuellen Genehmigungszahlen bestätigen diese Einschätzung⁹⁸. Hinzu kommt ab Juni 2023 ein Leistungspotenzial von ca. **7 GW** auf den bisher durch die 10 H-Regelung blockierten, jedoch aktuell noch freien Flächen der Regionalplanung in Bayern.

Die Untersuchung zeigt weiterhin, dass auf den rechtskräftigen Flächen bei einer Betriebsdauer von 20 Jahren bis 2030 lediglich ein Repoweringpotenzial von knapp **6 GW** besteht. Das Leistungspotenzial auf den bis 2030 freien Entwurfsflächen beträgt **11 GW**, sollten diese in der jetzigen Form in den nächsten Jahren rechtskräftig werden. Das Leistungspotenzial der erfassten Entwurfsflächen der Bauleitplanung umfasst weniger als **2 GW**.

Damit stehen den über 60 GW Ausschreibungsvolumen bis Ende 2028 mit den bisherigen Ausweisungen und Planungen nur ein geschätztes Leistungspotenzial von etwa 30 GW

⁹⁷ Guidehouse, ehemals Navigant, et al. (2019) Evaluierungsbericht der Ausschreibungen für erneuerbare Energien.

⁹⁸ Die im ersten Halbjahr 2022 genehmigte Leistung betrug 1,7 GW. Die 2021 genehmigte Leistung betrug knapp über 4 GW. Vgl. FA Wind „Jährlich genehmigte Windenergieleistung/-anlagen“ <https://www.fachagentur-windenergie.de/veroeffentlichungen/ausbauentwicklung/genehmigungen/>

gegenüber, welches sich aus den geringen noch nutzbaren Anteilen der aktuell freien Flächen, den ab Juni 2023 vollständig nicht mehr durch die 10 H-Regelung blockierten Flächen in Bayern, den aktuellen Entwurfsflächen und den im Verlauf der kommenden Jahre frei werdenden Flächen zusammensetzt.

3. Der zukünftige Flächenbedarf für ein Leistungsziel von 160 GW liegt bei ca. 1,8 % der Bundesfläche. Das langfristige Flächenziel von 2,0 % ist daher voraussichtlich ausreichend zur Erreichung der langfristigen Leistungsziele. Der tatsächliche Flächenbedarf hängt jedoch stark von Einflussfaktoren wie der Nutzbarkeit der Flächen, der Flächeneffizienz und der Technologieentwicklung ab.

Die Analyse des zukünftigen Flächenbedarfs zur Erreichung der klimapolitischen Ziele für die Windenergie an Land zeigt, dass zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von 160 GW ein Flächenbedarf von 1,8 % der Bundesfläche besteht, diese Angabe jedoch Unsicherheiten unterliegt. Vorherige Berechnungen im Verlauf des Vorhabens haben einen leicht höheren Flächenbedarf von knapp 2,0 % der Bundesfläche aufgezeigt. Ausschlaggebend hierfür sind insbesondere geänderte Annahmen zur weiteren Entwicklung der Nennleistung von Windenergieanlagen.

Ein entscheidender technologischer Faktor ist die Nennleistung der WEA. Steigt diese bei gleichbleibendem Rotordurchmesser an, sinkt der Flächenbedarf je Leistung und somit steigt die spezifische Flächenleistung an. Gegenläufig wirkt sich aus, dass seit den Zwischenergebnissen im Herbst 2021 Einschränkungen, konkret vermehrte Rotor-in-Regelungen, Siedlungsabstände und Höhenbeschränkungen, der Flächenkulisse bekannt bzw. eingeführt wurden. Diese reduzieren die durchschnittliche Flächengröße der verfügbaren Flächenkulisse. Bei sinkender Flächengröße steigt die Leistungseffizienz. Somit senkt dies den Flächenbedarf unter der Annahme, dass zukünftige Ausweisungen je Bundesland den bisherigen Mustern von Flächengröße und -form entsprechen.

Hierbei anzumerken ist jedoch, dass sich eine Erhöhung der spezifischen Flächenleistung deutlich stärker auf die installierbare Leistung auswirkt als auf die auf der Fläche erzielbaren Erträge. Eine Anhebung der Nennleistung bei gleichbleibendem Rotordurchmesser führt nur in Zeiten hoher Windgeschwindigkeiten zu einer Erhöhung der Einspeisung. Die Vollaststunden der Anlage sind somit geringer. Wird der Ausbau der Windenergie an Land nach einem Leistungsziel gesteuert, sinkt in der Konsequenz der damit zu erzielende Energieertrag und damit der Beitrag der Windenergie an Land zu den Klimazielen. Liegen die Vollaststunden bzw. Energieerträge der zugebauten Windenergieanlagen unterhalb der Annahmen bzw. Zielwerte, muss das Leistungsziel und damit verbunden das Flächenziel nach oben korrigiert werden.

Die größte Unsicherheit liegt jedoch voraussichtlich in der Nutzbarkeit der zukünftigen Flächenkulisse. Bei einer reduzierten Nicht-Nutzbarkeit von 20 % könnten bei Beibehaltung aller anderen Einflussfaktoren bereits nur 1,5 % der Bundesfläche zur Erreichung des langfristigen Leistungsziels von 160 GW reichen. Liegt die Nicht-Nutzbarkeit jedoch mit 40 % höher als angenommen, reichen die 1,5 % gerade zur Deckung des Leistungsziels von 115 GW in 2030.

Es allerdings ratsam, dass das Flächenziel einen Puffer gegenüber dem ermittelten Flächenbedarf aufweist, da die Berechnungsgrundlage zur Bestimmung der anrechenbaren Fläche nach WindBG sich leicht von dem hier gewählten Ansatz der Ermittlung der verfügbaren Flächenkulisse unterscheidet. Gemäß WindBG werden insbesondere rechtskräftige Bestandsflächen mit Höhenbeschränkungen und Flächen um Bestandsanlagen außerhalb der Flächenkulisse auf das Flächenziel angerechnet. Darüber hinaus benötigt das Ausschreibungssystem zur Förderung erneuerbarer Energien ein gewisses Wettbewerbsniveau,

um effektiv zu sein. Hierzu muss das Angebotsvolumen und damit das Flächenziel das Ausschreibungsvolumen und damit den Flächenbedarf übersteigen.

9.2 Handlungsempfehlungen

Mit Blick auf die Schlussfolgerungen bestehen zwei große Bereiche, die weiterer Maßnahmen bedürfen. Erstens muss laufend geprüft werden, dass die im WindBG vorgegebenen Flächenziele für die Bundesländer ausreichen, um die im EEG festgelegten Leistungsziele, aber auch die dahinterstehenden benötigten Energiemengen, erreichen zu können, um notwendige Anpassungen frühzeitig vornehmen zu können. Und zweitens zeigt sich, dass mit der jetzigen Flächenkulisse und den aktuellen Ausweisungsprozessen die Genehmigungen, Gebotsmengen und der Zubau deutlich unter den Erwartungen der EEG-Ausschreibungen zurückbleiben wird. Daher bedarf es Maßnahmen, die bereits kurzfristig, d. h. deutlich vor 2027, die Flächenverfügbarkeit erhöhen.

9.2.1 Handlungsempfehlungen zum Monitoring des Flächen- und Leistungsziels

Die Ermittlung des zukünftigen Flächenbedarfs zeigt, dass die im WindBG verankerten Flächenziele von 1,4 % bis Ende 2027 und 2,0 % bis Ende 2032 voraussichtlich ausreichen, um die angestrebten Leistungswerte für die Windenergie an Land erreichen zu können. Neben dem Monitoring der Flächenausweisungen und der entsprechenden Vorgaben zur Anrechenbarkeit dieser Flächen auf das Flächenziel, muss jedoch regelmäßig geprüft werden, inwieweit die tatsächliche Entwicklung der Windenergie an Land (u. a. Nutzbarkeit der Flächen, Flächeneffizienz von Zubau und Bestand) von den Annahmen bei der Festlegung des Flächenziels abweicht. Weiterhin ist zu prüfen welche Leistung nicht oder nicht vollständig von dem Flächenziel erfasst wird.

Konkret leiten sich folgende Handlungsempfehlungen ab:

1. Der Bund sollte zur regelmäßigen Überprüfung des notwendigen Flächenbedarfs die Entwicklungen der wesentlichen Einflussgrößen dezidiert untersuchen.

Der Flächenbedarf unterliegt mehreren Einflussfaktoren. Entwickeln sich diese Faktoren abweichend von den für die Festlegung der Flächenziele getroffenen Annahmen, kann der tatsächliche Flächenbedarf höher oder niedriger ausfallen. Es ist Aufgabe des Bundes sicherzustellen, dass das Flächenziel die Zielerreichung des Leistungsziels für die Windenergie an Land ermöglicht. Daher sollte der Bund im Rahmen des Kooperationsausschusses und des damit einhergehenden Monitorings (insbesondere §§ 97 Abs. 5 Nr. 2, 98 Abs. 5 Nr. 5 EEG 2023) mindestens folgende Faktoren einbeziehen und bei erkennbaren Abweichungen des Flächenbedarfs unverzüglich nachsteuernd tätig werden:

- ▶ **Nutzbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse:** Zur Ermittlung des Flächenbedarfs wurde eine Nicht-Nutzbarkeit der Flächenkulisse von 30 % angenommen. Abweichende Entwicklungen in beide Richtungen sind hier denkbar. Einerseits wirkt der Bund verstärkt mit Maßnahmen darauf hin, dass die Nutzbarkeit der ausgewiesenen Flächenkulisse steigt. Andererseits muss mit zunehmenden Flächenausweisungen vermehrt in Bereiche mit höheren Konfliktrisiken hineingegangen werden, die voraussichtlich eine geringere Nutzbarkeit aufweisen. Weiterhin bestehen Unsicherheiten bzgl. der erneuten Nutzbarkeit bereits bebauter Flächen älterer Planungen mit aktuellen, deutlich größeren Windenergieanlagen. Der Ansatz einer GIS-Analyse zur Prüfung inwieweit Flächen bebaut wurden kann auf Bundesebene erfolgen, bietet jedoch erst mehrere Jahre nach Inkrafttreten eines Plans verlässliche Erkenntnisse zur Nutzbarkeit. Deutlich frühere Erkenntnisse lassen

sich nur mit einer Einzelflächenbetrachtung (Fortschritt Projektierung, Hemmnisanalyse, Wahrscheinlichkeit einer Genehmigung, Klagerisiko) im Austausch mit den jeweiligen Projektierern und damit nur mit deutlich höherem Aufwand gewinnen. Aufgrund des hohen Einflusses der Nutzbarkeit auf den Flächenbedarf ist ein entsprechendes Monitoring der Nutzbarkeit durch die Länder zu empfehlen. Hierzu sollte der Bund die Liste der für die Sitzungen des Kooperationsausschusses durch die Länder laufend zu beschaffenden und analysierenden Daten nach § 97 Abs. 5 EEG entsprechend erweitern.

- ▶ **Flächeneffizienz:** Die Flächeneffizienz, d. h. der Flächenbedarf für eine bestimmte Leistung, wird von verschiedenen Faktoren beeinflusst. Die Wahl der Referenzanlage, d. h. die Technologieentwicklung, wirkt sich stark auf die Ergebnisse aus. Eine Zwischenrechnung zur Bestimmung des Flächenbedarfs mit einer Referenzanlage mit geringerer spezifischer Flächenleistung führte zu einem ca. 10 % höheren Flächenbedarf im Ergebnis. Weiterhin bestimmen die Abstände der Windenergieanlagen untereinander maßgeblich die Anzahl der platzierbaren Anlagen und damit die installierbare Leistung. Die Planungspraxis kann hierzu sowohl über eine regelmäßige GIS-Analyse der Standorte neuer errichteter bzw. genehmigter Windenergieanlagen als auch über Gespräche mit der Branche untersucht werden. Zudem ist die Marktentwicklung mit Blick auf die spezifische Flächenleistung weiter zu beobachten.
- ▶ **Bestandsanlagen:** Für Bestandsanlagen außerhalb der ausgewiesenen Flächenkulisse wird, solange die Anlagen in Betrieb sind, die vom Rotor überstrichene Bodenfläche auf das Flächenziel für 2032 angerechnet. Der Flächenbeitrag ist somit nur gering, der Beitrag zur Erreichung der Leistungsziele jedoch höher. Die Analyse für 2030 (vgl. Abschnitt 7.2) zeigt, dass sich zudem eine längere Betriebsdauer positiv auf die Erreichung der Leistungsziele auswirkt. In der aktuellen Marktsituation bestehen hohe Anreize für den Weiterbetrieb von Bestandsanlagen. Eine Nachsteuerung des Flächenziels (d. h. eine Absenkung) auf Grundlage positiver Effekte der Bestandsanlagen sollte jedoch nicht erfolgen, da der Effekt nur temporär ist. Sollten die Stromerzeugungskosten und damit der Börsenpreis für Strom wieder stärker absinken, könnte dies zu einer Rückbauwelle führen. Der Bund sollte daher im Monitoring erfassen, wie viel Leistung ältere Bestandsanlagen zur Zielerreichung beitragen sowie deren Erträge abschätzen und Maßnahmen prüfen, um insbesondere bei einer Verfehlung der erwarteten Leistungs- und Ertragsmengen eine längere Betriebsdauer anzureizen und Stilllegungen zu verzögern.

2. Die Länder sollten in Zusammenarbeit mit den Gemeinden die Datenverfügbarkeit auf Ebene der Bauleitplanung verbessern und hierbei Informationen zum Planstand bzw. Ausweisungsjahr leichter zugänglich machen.

Daten der Gebietsausweisungen auf Ebene der Bauleitplanung konnten in einigen Bundesländern trotz teils sehr hohem Aufwand nicht vollständig recherchiert und für die Analysen verfügbar gemacht werden. Bei den Daten zeigen sich zwischen den Bundesländern hinsichtlich der Qualität teilweise große Unterschiede. Neben der Bereitstellung der Geodaten in unterschiedlichen Formaten fehlen häufig relevante Metainformationen zu den Daten. Teilweise waren Informationen zu den Gebietsausweisungen lediglich im PDF-Format verfügbar.

Die schwierige Datenlage spiegelt sich auch in den Analysen zur Nutzbarkeit der Flächen wider, wo für fast 50 % keine Informationen zum Alter der Pläne vorlagen (vgl. Abschnitt 6.3.1). Ohne Informationen zum Ausweisungsjahr ist es jedoch kaum möglich veraltete Pläne zu identifizieren, die unter nicht mehr zeitgemäßen Planungsgrundsätzen aufgestellt wurden. Hier

besteht beispielsweise die Gefahr, dass eventuelle Bauvorhaben an diesen Standorten nicht mehr genehmigungsfähig wären.

Grundsätzlich stellen die Datenabfragen im Rahmen des EEG-Kooperationsausschusses einen guten Ansatz für ein Zusammenführen dieser Daten dar. Die Daten sind eine wichtige Voraussetzung, für eine sinnvolle Steuerung von Gebietsausweisungen für die Windenergienutzung. Einzelne Länder haben bereits einen Prozess etabliert, der auch die Gebietsausweisungen auf kommunaler Ebene in einem abgestimmten Datenmodell zusammenführt. Diese Datenmodelle sollten mit einem Best-Practice-Ansatz ausgewertet und einheitliche Vorgaben für bundesweite Abfragen abgeleitet werden.

9.2.2 Handlungsempfehlungen zur zeitnahen Erhöhung der Flächenkulisse

Mit der Festlegung der Flächenziele hat der Gesetzgeber einen wichtigen Aspekt für die Planungssicherheit für den weiteren Ausbau der Windenergie an Land geregelt. Das 1,4-%-Zwischenziel greift jedoch erst Ende 2027. Aufgrund der in der Regel mehrjährigen Verfahren zur Ausweisung weiterer Windflächen ist es wahrscheinlich, dass ein Großteil der Flächenausweisungen jedoch voraussichtlich erst in den Jahren 2026/2027 erfolgen wird. Daher sollten Maßnahmen zur zeitnahen Erhöhung der Flächenkulisse umgesetzt werden. Diese würden insbesondere die im WaLG sowie im Gesetz zur Änderung des Energiesicherungsgesetzes und anderer energiewirtschaftlicher Vorschriften getroffenen Maßnahmen und eröffneten Möglichkeiten ergänzen.

Das WaLG⁹⁹ enthält insoweit bereits Regelungen zur

- planungsrechtlichen Reaktivierung von Repoweringstandorten nach den Maßgaben des § 245e Abs. 3 BauGB mit Inkrafttreten des Gesetzes am 1.2.2023;
- Verpflichtung der Länder nach § 249 Abs. 9 BauGB, dass landesrechtliche Mindestabstandsregelungen nach den bisherigen Fassungen des § 249 Abs. 3 BauGB spätestens ab 31. Mai 2023 gegenüber planerischen Flächenausweisungen subsidiär sind;
- Eröffnung der Möglichkeit, dass in den Ländern allgemein, aber auch auf kommunaler Ebene über die Flächenbeitragswerte hinaus Flächen für die Windenergie ausgewiesen werden (vgl. § 249 Abs. 4 BauGB).

Im Rahmen des Gesetzes zur Änderung des Energiesicherungsgesetzes und anderer energiewirtschaftlicher Vorschriften,¹⁰⁰ wurden zur Stärkung der kurzfristigen Flächenbereitstellung zudem Regelungen geschaffen, die

- Rechtsunsicherheiten hinsichtlich der sog. isolierten Positivplanung beseitigen und deren Zulässigkeit auch dann für kurzfristige Flächenausweisungen auf Bauleitplanungs- und Raumordnungsebene anerkennen, wenn hierdurch noch nicht die Flächenbeitragswerte des WindBG erreicht werden (§ 245e Abs. 1 S. 4-6 BauGB);
- eine positive Vorwirkung von Planentwürfen begründen und damit eine Zulassung von Windenergievorhaben ab dem Moment der Planreife ermöglichen, bevor die Ausschlusswirkung fortbestehender Konzentrationszonenplanungen formal außer Kraft getreten ist (§ 245e Abs. 4 BauGB).

⁹⁹ Siehe für einen Überblick *Kment*, Eine neue Ära beim Ausbau von Windenergieanlagen, NVwZ 2022, 1153 ff.; *Benz/Wegner*, Das Wind-an-Land-Gesetz – neue Grundlagen für die Flächenbereitstellung für die Windenergie, ZNER 2022, 367 ff.

¹⁰⁰ BGBl. I Nr. 37 vom 12.10.2022, S. 1726.

Regulär ist die Bundesregierung ist gem. § 6 Abs. 3 WindBG verpflichtet, erstmals zum 1. Juli 2025 einen Entwurf mit Anpassungsvorschlägen für das WindBG vorzulegen, soweit sie auf Grundlage des Monitorings im Kooperationsausschuss zur Einschätzung gelangt, dass es weiterer gesetzgeberischer Maßnahmen bedarf, um die Erreichung der Flächenbeitragswerte oder die Anpassung der Flächenbeitragswerte an die jeweils gültigen Ausbauziele nach EEG zu erreichen. Dies hindert allerdings weder die Bundesregierung noch die anderen mit Initiativrecht ausgestatteten Verfassungsorgane Änderungsentwürfe für die einschlägigen gesetzlichen Regelungen vorzulegen.

Konkret leiten sich folgende Handlungsempfehlungen ab:

1. Der Bund, die Länder und die Gemeinden sollten kurzfristige Maßnahmen zur Erhöhung der Verfügbarkeit der freien Flächenkulisse prüfen und weiter umsetzen.

Die Analyse hat gezeigt, dass die ausgewiesene Flächenkulisse in ihrer Verfügbarkeit um insgesamt ca. 40 % eingeschränkt ist. Die Einschränkungen der Verfügbarkeit sind hierbei regional stark unterschiedlich. Neben dem gewählten Planungsansatz (Rotor-in oder Rotor-out) wirken sich Mindestabstandsregelungen zur Wohnbebauung, Höhenbegrenzungen und Pauschalverbote negativ auf die Verfügbarkeit aus. Der Bund hat erste Schritte unternommen, diese Regelungen einzuschränken bzw. entsprechende Anreize zu setzen. So dürfen landesrechtliche Mindestabstandsregelungen ausgewiesene Windflächen nicht mehr einschränken und Flächen mit planerischen Höhenbeschränkungen, die in Plänen ausgewiesen werden und erst nach dem Inkrafttreten des WaLG wirksam werden, werden nicht auf die Flächenbeitragswerte nach dem WindBG angerechnet.

Die Länder und Gemeinden sollten darüber hinaus weiterhin prüfen, inwieweit ihre (Landes-)Regelungen, die Verfügbarkeit der Flächenkulisse einschränken und aufgehoben bzw. angepasst werden sollten, um kurzfristig zur Erhöhung der Flächenkulisse beizutragen. Eine Liste der in dieser Studie erfassten Einschränkungen findet sich in Abschnitt 4.5.

2. Der Bund und die Länder sollten zur Erhöhung der Nutzbarkeit der freien, verfügbaren Flächenkulisse kurzfristige Maßnahmen zum Abbau genehmigungsrechtlicher Hindernisse und zur Erhöhung des Genehmigungstempos prüfen und weiter umsetzen.

Das Leistungspotenzial auf der aktuell freien, rechtskräftigen Flächenkulisse beträgt 21 GW, ist jedoch, wie die Analysen zeigen, mit hoher Wahrscheinlichkeit zum Großteil unter den aktuellen Bedingungen nicht nutzbar. Maßgeblich für die Nutzbarkeit einer planerisch ausgewiesenen Fläche ist, ob auf dieser bzw. in Bezug auf konkrete Standorte innerhalb der Fläche auch Genehmigungen zur Errichtung (und Betrieb) der vorgesehenen Anlagen erteilt werden. Auf Ebene der Genehmigung gibt es allerdings verschiedenste Hemmnisse, die entweder dazu führen, dass Genehmigungen versagt, nur unter (erheblichen) Einschränkungen erteilt oder – mit Blick auf die Erreichung der EE-Ausbauziele nicht minder schädlich – die Genehmigungsverfahren zuweilen erheblich verzögert werden. Der Gesetzgeber ist sich dieser Problematik im Grunde bewusst und hat im Jahr 2022 bereits erste Schritte unternommen, um genehmigungsrechtliche Hindernisse abzubauen und das Genehmigungstempo zu erhöhen. Die übergeordneten Ziele, die es hierbei durch verschiedene, aufeinander abgestimmte Maßnahmen weiter zu verfolgen gilt, sind insbesondere die Klarstellung und Reduzierung des Prüfumfanges, die rechtliche und damit verbindliche Konkretisierung der Prüfanforderungen und die Einführung klarer Regelungen zur Priorisierung des Windenergieausbaus gegenüber anderen Belangen. Weitere Stellschrauben sind die Optimierung des verfahrensrechtlichen Rahmens

behördlicher wie gerichtlicher Verfahren sowie die Schaffung von Erleichterungen beim Repowering.

Im Einzelnen:

- ▶ Die Analyse hat gezeigt, dass die Themen Artenschutz, militärischer Luftverkehr und Drehfunkfeuer die größten genehmigungsrechtlichen Hemmnisse für eine Flächennutzung darstellen. Daneben spielt auch der Denkmalschutz eine zunehmende Rolle als Genehmigungshindernis. Zwar wurden bei **Funknavigationsanlagen** (u. a. Drehfunkfeuer) und **Weterradaren** bereits entsprechende Verbesserungsmaßnahmen angekündigt (z. B. einzelfallbezogene Verkleinerung der Anlagenschutzbereiche um DVOR-Anlagen von 15 auf 7 km, Außerbetriebnahme und Umrüstung von Drehfunkfeuern, Standortverlegungen).¹⁰¹ Zum einen werden hier aber noch nicht alle Hebel für Verbesserungen umgelegt (z. B. zügigere Reduzierung der Prüfradien bei Wetterradar, Konkretisierung der Prüfanforderungen für die Störung von Drehfunkfeuern).¹⁰² Zum anderen sollten diese Maßnahmen aus Gründen der Rechtsklarheit und -sicherheit nicht wie bisher lediglich in Gestalt interner Vorgaben innerhalb der Bundeswehr, an die Deutsche Flugsicherung (DFS) oder den Deutschen Wetterdienst (DWD) erfolgen, sondern weitestmöglich rechtlich verankert bzw. gesetzlich umgesetzt werden. Nur so wird eine Transparenz bzgl. der Entscheidungskriterien für alle Beteiligten und eine rechtliche Bindungswirkung gegenüber Behörden und vor allem gegenüber Gerichten erreicht (vgl. Art. 20 Abs. 3 GG).
- ▶ Im **Artenschutzrecht** ist zwar eine erste Standardisierung der Prüfanforderungen durch die jüngste Novelle des BNatSchG erfolgt.¹⁰³ Einige Anforderungen sollen nach dem ausdrücklichen Willen des Gesetzgebers aber erst im Weiteren konkretisiert und standardisiert werden (z. B. Habitatpotenzialanalyse, Prüfung probabilistischer Berechnungsmethoden), während bei etlichen anderen eine Konkretisierung noch nicht einmal derart vorgezeichnet ist und somit gänzlich fehlt (z. B. bei Bestandserfassung, Störungs-/Beschädigungs-/Zerstörungsverbot, FFH-Arten wie z. B. Fledermäuse, Ansammlungen, Vogelzug, nachträglicher Ansiedlung, Anlagenerrichtung). Hier bedarf es sehr zeitnah einer weiteren gesetzlichen oder untergesetzlichen Konkretisierung und Standardisierung auf Bundesebene.
- ▶ Im **Denkmalschutzrecht** sollten die Bundesländer neben einer Standardisierung der Prüfanforderungen klare Priorisierungsregelungen schaffen. Aktuelle Beispiele für eine Priorisierung finden sich etwa in Niedersachsen (verbesserte Stellung erneuerbarer Energien gegenüber dem Denkmalschutz im neuen § 7 Abs. 2 S. 1 Nr. 3, S. 2 DSchG ND) und Bayern (Beschränkung der denkmalschutzrechtlichen Prüfung von Windenergieanlagen auf die Umgebung von besonders schützenswerten Baudenkmalern, Art. 6 Abs. 5 BayDSchG-E¹⁰⁴).

¹⁰¹ *BMWK/BMDV*, Gemeinsam für die Energiewende: Wie Windenergie an Land und Belange von Funknavigationsanlagen und Weterradaren miteinander vereinbart werden, Maßnahmenpapier vom 5. April 2022.

¹⁰² Siehe in Bezug auf Drehfunkfeuer *Schmidt*, Abbau von luftverkehrsrechtlichen Hemmnissen beim Windenergieausbau – Gesetzgeberische Handlungsmöglichkeiten bei der Störung von Flugsicherungseinrichtungen nach § 18a LuftVG, Würzburger Berichte zum Umweltenergierecht Nr. 51 vom 28.10.2020.

¹⁰³ Viertes Gesetz zur Änderung des Bundesnaturschutzgesetzes vom 20.07.2022 (BGBl. I S. 1362).

¹⁰⁴ Kabinettsentwurf, erarbeitet mit dem Bayerischen Landesamt für Denkmalpflege, vgl. Pressemitteilung vom 02.08.2022 (<https://www.bayern.de/bericht-aus-der-kabinettsitzung-vom-02-august-2022/#a-6>).

- ▶ Ein gewisses, wenn auch gegenüber Anpassungen des materiellen Rechts geringeres Beschleunigungspotenzial, liegt zudem im **Verfahrensrecht**. Optimierungsmöglichkeiten bestehen hier etwa im Bereich der Verfahrensdauer (z. B. klarer Fristbeginn durch Konkretisierung der Anforderung vollständiger Antragsunterlagen, Festlegung einer maximalen Höchstfrist inklusive Verlängerungen, Vorsehung von Rechtsfolgen bei Verstreichen der Frist), der Beteiligung der Fachbehörden (z. B. Stärkung der Rolle der Genehmigungsbehörde durch alternative Möglichkeiten zur Einholung von Fachkenntnissen oder – sofern relevant – Schaffung von Ersetzungsbefugnissen) und möglicherweise durch einen verstärkten Einsatz von Projektmanager*innen. Daneben kann auch die Optimierung gerichtlicher Verfahrensregeln einen Beitrag zur Beschleunigung des Ausbaus leisten. Neben den in der laufenden VwGO-Novelle bereits enthaltenen Ansätzen (z. B. Einrichtung von Spezialsenaten/-kammern, frühzeitiger Erörterungstermin, Optimierungen beim Eilrechtsschutz) sollte etwa die öffentliche Bekanntmachung auch im vereinfachten Verfahren als fristauslösend angesehen werden.
- ▶ Der Gesetzgeber hat bereits verschiedene Vorschriften mit dem Ziel der Erleichterung der Genehmigung von **Repowering**-Vorhaben erlassen (allen voran § 16b BImSchG, kürzlich § 45c BNatSchG). Zur Gewährleistung eines dem Zweck dieser Regelungen entsprechenden Vollzuges, gilt es insbesondere bestehende Regelungslücken zu schließen (z. B. Klarstellungen unbestimmter Rechtsbegriffe und Anwendungsbereiche) und die Vorschriften im engen Austausch mit der Praxis weiterzuentwickeln.
- ▶ Zudem gilt es, die **europarechtlichen Entwicklungen** im Blick zu behalten und konstruktiv im Sinne einer Beschleunigung des Ausbaus der erneuerbaren Energien zu begleiten (z. B. der Vorschlag der Europäischen Kommission zu „go-to“-Gebieten im Rahmen von REPowerEU und der Entwurf der EU-Wiederherstellungs-Verordnung). Mit § 6 ROG-E¹⁰⁵ möchte der deutsche Gesetzgeber bereits vorausseilend auf die von der Europäischen Kommission bisher nur vorgeschlagenen „go-to-Gebiete für erneuerbare Energien“ reagieren. Hierbei ist jedoch Vorsicht geboten, da der Vorschlag der Europäischen Kommission derzeit noch viele Fragen (insbesondere auch konzeptioneller Art) aufwirft, die zunächst näher geklärt werden sollten.
- ▶ Die Analyse hat gezeigt, dass fehlende Wege-/Nutzungs- und Leitungsrechte sowie ein fehlender Flächenzugriff **privatrechtliche Hemmnisse** für eine Flächennutzung darstellen. Hier sollte eine Erweiterung des Wegenutzungsrechts in § 46 EnWG auf anschlusswillige Anlagenbetreiber geprüft werden; bislang ist dies allein auf die Versorgung von Letztverbrauchern ausgerichtet.
- ▶ Die zu Beginn des Jahres 2021 durchgeführte Umfrage unter Projektierern zu Hemmnissen hat gezeigt, dass **wirtschaftliche Hemmnisse** für die Nicht-Nutzbarkeit der erfassten Flächen eine eher untergeordnete Rolle spielten. Mit der durch den Ukraine-Krieg ausgelösten Erhöhung von Energie- und Materialkosten und den damit verbundenen Preissteigerungen bei Herstellern und Zulieferern zeigt sich die Branche jedoch zusehends angespannt. Der sorgfältigen und an die realen Gegebenheiten angepassten **Festlegung des Höchstwertes**, welche gesetzlich für 2023 auf 5,88 Cent / kWh festgelegt wurde und im Anschluss jährlich um 2 % sinkt, kommt hierbei eine besondere Bedeutung zu. Der Höchstpreis sollte so festgelegt sein, dass er die Entwicklung schlechterer Standorte nicht ausschließt, die aktuellen Kosten der Windenergie an Land reflektiert und auf der anderen

¹⁰⁵ Kabinettsentwurf eines Gesetzes zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften (ROGÄndG) v. 20.09.2022.

Seite jedoch keine Überförderung und übermäßige Mitnahmeeffekte zulässt. Der Gesetzgeber räumt hierzu der BNetzA im EEG 2023 bereits ein, den Höchstwert für das folgende Kalenderjahr um bis zu 10 % anzupassen. Eine Erhöhung des Höchstwertes soll erfolgen, wenn in drei aufeinanderfolgenden Ausschreibungsrunden das Volumen nicht gedeckt wird oder die für die Errichtung von WEA relevanten Rohstoffpreise im Vorjahr um mehr als 15 % gestiegen sind. Der Bund sollte weitergehende Anpassungen für eine zeitlich noch flexiblere Anpassung des Höchstwertes sowie weitere Vorschläge, z. B. den Höchstwert an einen Index zu knüpfen, prüfen.

- ▶ Trotz der genannten Maßnahmen zur Erhöhung der Nutzbarkeit ist es wahrscheinlich, dass die Ausschreibungsmengen in den kommenden Jahren nicht bedient werden können, da die notwendigen Flächenausweisungen hierfür zu spät kommen werden. Um die Gesamtmengenziele mittelfristig erreichen zu können, hat der Gesetzgeber in § 28 EEG geregelt, dass ein Teil der nicht bezuschlagten Mengen unregelmäßig in einer Sonderausschreibung im Dezember eines Jahres ausgeschrieben werden.¹⁰⁶ In der Folge wird es voraussichtlich insbesondere gegen Ende der 20er Jahre zu einem starken Anstieg der Genehmigungsanträge, der Gebotsmengen und der zu realisierenden Projekte kommen. Dies ist grundsätzlich nicht problematisch und stellt kein Scheitern der Windenergie an Land mit Blick auf den geplanten Ausbaupfad dar. Dieser Ausblick schafft vielmehr Planungssicherheiten und ermöglicht es **Kapazitäten in den Genehmigungsbehörden, in der Projektierung und in der Projektrealisierung aufzubauen** und sollte daher entsprechend transparent an die Branche und die Behörden bzw. Länder kommuniziert werden.

3. Die Länder sollten auf zeitnahe Flächenausweisungen durch die Planungsregionen und Gemeinden hinwirken und den Zeitrahmen zur Erreichung der Zwischenziele bis Ende 2027 nicht ausreizen.

Der Bundesgesetzgeber hat mit § 245e Abs. 1 BauGB, § 2 Nr. 1 b) WindBG die Möglichkeit eröffnet, laufende Planungsverfahren bis 1. Februar 2024 noch auf Grundlage des bisherigen Planungsrechts abzuschließen. Diese Möglichkeit sollte unbedingt genutzt werden, um nennenswerte Flächenausweisungen spätestens bis zu diesem Zeitpunkt umzusetzen. Sofern in den betroffenen Planungsräumen die Zeit bis Ende 2027 nicht für eine erneute Planfortschreibung in denselben Regionen ausreicht, können dem die Länder gegebenenfalls durch eine Zuweisung höherer Flächenbeitragswerte auf andere Planungsräume begegnen und einen Ausgleich mit Blick auf das Flächenziel Ende 2032 herbeiführen. Problematisch für den zeitnahen Abschluss laufender Planungsverfahren könnte es sein, dass Flächen mit Höhenbeschränkungen, deren Ausweisung nach dem Inkrafttreten des WindBG wirksam werden, gem. § 4 Abs. 1 S. 5 WindBG nicht anrechenbar sind. Dies könnte Änderungen im laufenden Verfahren erfordern, die eine erneute Öffentlichkeitsbeteiligung bedingen und so das Ziel eines Abschlusses der Verfahren bis 1. Februar 2024 riskieren.

¹⁰⁶ Dies erfolgt z. B. in den Jahren 2022 und 2023 für die Mengen im jeweils vorangegangenen Jahr. Danach jedoch erst wieder im Jahr 2026 und 2027.

4. Der Bund sollte weitere Maßnahmen zur deutlichen Beschleunigung der Verfahren zur Ausweisung von Flächen für die Windenergie an Land und Maßnahmen für die kurzfristige Flächenbereitstellung prüfen und umsetzen sowie sonstige planungsrechtliche Hemmnisse beseitigen.

Der Bund sollte ebenfalls mit folgenden Maßnahmen dazu beitragen, zeitnahe Flächenausweisungen zu ermöglichen:

- ▶ Öffentlichkeitsbeteiligungen in Planaufstellungsverfahren benötigen aufgrund der hohen Anzahl eingereichter und zu bearbeitender Stellungnahmen erhebliche Zeit. Die Möglichkeiten der **Digitalisierung von Stellungnahmen** und ihrer Bearbeitung sowie des Umgangs mit gleichlautenden Masseneinwendungen sollten konsequent gesetzgeberisch genutzt werden, um hier eine Beschleunigung zu erreichen.¹⁰⁷ Insoweit sollte auch kritisch geprüft werden, ob die Änderungen bei der Öffentlichkeitsbeteiligung in Planaufstellungsverfahren nach dem Raumordnungsgesetz bereits weit genug gehen.¹⁰⁸ Daneben sollte zudem geprüft werden, ob eine **personelle Unterstützung der Planungsträger** in den Ländern zur Bearbeitung der Stellungnahmen möglich ist.
- ▶ Weitergehende Erleichterungen in den Planaufstellungsverfahren selbst könnten zudem durch eine **Konkretisierung und Begrenzung der notwendigen Abwägungs- und Untersuchungstiefe** gerade mit Blick auf den Belang des **Artenschutzes** erzielt werden. Hier ist jedoch die Wechselwirkung mit der Zulassungsebene zu berücksichtigen. Eine Beschleunigung auf Planungsebene sollte nicht um den Preis erkaufte werden, dass artenschutzrechtliche Ausnahmen auf Zulassungsebene nicht oder nur mit größerem Aufwand im einzelnen Zulassungsverfahren zu erzielen sind. Es bedarf mithin einer Lösung, die beide Ebenen im Blick hat. Der Gesetzgeber hat zur Konkretisierung der Anforderungen auf Planungsebene Verordnungsermächtigungen in § 9a Abs. 2 BauGB sowie § 8 Abs. 5 ROG geschaffen, die zeitnah genutzt werden sollten.
- ▶ Nach § 3 Abs. 3 WindBG sind die Länder verpflichtet, erste Umsetzungsschritte bei der Erfüllung der Flächenbeitragswerte, d. h. Schritte der Flächenausweisung bzw. der Festlegung von Teilflächenzielen für Regionen oder Kommunen nachzuweisen. Die zu erbringenden Nachweise werden im Rahmen des Monitorings überprüft. Soweit ein **Verstoß gegen die Nachweispflicht** festgestellt wird, sind landesgesetzliche Mindestabstandsregelungen nicht mehr anwendbar (vgl. § 249 Abs. 7 BauGB n. F.). Dies trifft mithin nur diejenigen Länder, in denen überhaupt solche Regelungen existieren.

Können bis zum 31. Mai 2024 die nach § 3 Abs. 3 WindBG erforderlichen Nachweise nicht geführt werden, ist es äußerst unwahrscheinlich, dass das erste Flächenziel Ende 2027 noch erreicht wird. In diesem Fall führt das Abwarten des Fristablaufs allein zu einer Verzögerung des Windenergieausbaus im betroffenen Land, ohne dass zu erwarten ist, dass dieser anschließend im ausreichenden Umfang auf planerischer Grundlage stattfindet. Es wird deshalb empfohlen, die Rechtsfolge nach § 249 Abs. 7 BauGB, die nach dem WaLG erst an die Zielverfehlung bei Fristablauf Ende 2027 bzw. Ende 2032 geknüpft ist, auch bereits an die Verletzung der Pflicht nach § 3 Abs. 3 WindBG anzuknüpfen, mithin in diesem Fall eine landesweite Geltung der planersetzenden Regelung nach § 35 Abs. 1 Nr. 5 Abs. 3 BauGB bis

¹⁰⁷ Vgl. in diese Richtung auch BMI, Riedl, Materne, Hage, Planungsbeschleunigung, MORO Informationen Nr. 20/1, 2021, S. 28.

¹⁰⁸ Siehe hierzu den Referentenentwurf vom 31.05.2022 für ein Zweites Gesetz zur Änderung des Raumordnungsgesetzes und anderer Vorschriften.

zu dem Moment anzuordnen, in dem Windenergiegebiete im Umfang des jeweiligen Flächenbeitragswerts ausgewiesen sind.

- ▶ Nachdem der Gesetzgeber im Rahmen des Gesetzes zur Änderung des Energiesicherungsgesetzes und anderer energiewirtschaftlicher Vorschriften das Instrument der sog. **isolierten Positivplanung** ausdrücklich anerkannt hat, um insoweit bestehende Rechtsunsicherheiten zu beseitigen, haben – je nachdem auf welche Ebene bislang die abschließende Planung mit Wirkungen nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB stattgefunden hat – sowohl die Träger der Raumordnung als auch diejenigen der Bauleitplanung die Möglichkeit kurzfristig zusätzliche Flächen für die Windenergie auszuweisen, ohne damit die Steuerungswirkung vorhandener Konzentrationszonenplanungen zu riskieren. Entsprechende Verfahren können parallel zu den Verfahren zur Erfüllung der Flächenbeitragswerte umgesetzt werden. Damit Kommunen in dieser Weise tätig werden können, ist es zunächst an den Ländern dies auch zu ermöglichen, indem **auf eine abschließende Planung auf Raumordnungsebene verzichtet** wird. Damit Kommunen dann aber auch zeitnah von diesem Instrument Gebrauch machen und damit in einen (ergänzenden) bottom-up-Prozess zusätzliche Flächen ausweisen, könnte der Bundesgesetzgeber einen zusätzlichen **finanziellen Anreiz** setzen, der sich im Rahmen von § 6 EEG 2023 durch einen Zuschlag auf die finanzielle Beteiligung der Kommunen realisieren ließe.
- ▶ Die Regelung zur **planungsrechtlichen Reaktivierung von Repoweringstandorten** nach § 245e Abs. 3 BauGB weist mit dem Begriff der „**Grundzüge der Planung**“ einen äußerst unbestimmten Gesetzesbegriff auf, der dazu führen könnte, dass die Regelung weniger Standorte erschließt, als es möglich wäre. Zwar hat der Gesetzgeber schon allein durch die Regelungskonzeption nicht nur zum Ausdruck gebracht, dass nicht bereits jede Abweichung von der Ausschlusswirkung von Konzentrationszonenplanungen deren Grundzüge berührt, sondern auch, dass dies der Ausnahmefall sein soll. Gleichwohl sollte geprüft werden, ob nicht eine **Konkretisierung dieses Merkmals mithilfe der Regelbeispielstechnik** möglich ist, die einerseits typische Konstellationen klar als zulässig kennzeichnet und andererseits das mit dem Merkmal der „Grundzüge der Planung“ verfolgte Anliegen, betroffene Pläne nicht funktionslos werden zu lassen, unberührt lässt. Denkbar erscheint insoweit auch eine Quantifizierung, die sich an der Regelung des § 245e Abs. 1 S. 6 BauGB orientieren kann.
- ▶ Es wird schließlich empfohlen, **Plansicherungsinstrumente weitergehend zu beschränken** als dies im Rahmen des WindBG bereits stattgefunden hat. Nicht nur sollte klargestellt werden, dass § 245e Abs. 2 BauGB, der eine entsprechende Anwendung von § 15 Abs. 3 BauGB über die Zurückstellung von Baugesuchen bei Konzentrationszonenplanungen anordnet, nicht zu einer Ausweitung der in § 15 Abs. 3 BauGB vorgesehenen Höchstfristen führt. Vielmehr wird empfohlen, sowohl die Plansicherungsinstrumente der Zurückstellung von Baugesuchen nach § 15 Abs. 1 BauGB als auch die Veränderungssperre nach §§ 14, 16 ff BauGB jedenfalls in solchen Fällen zu beschränken, in denen raumordnerisch ausgewiesene Windenergiegebiete vorliegen und es allein um die Absicherung einer kommunalen Detailplanung geht. Zwar ist das Interesse an einer solchen Planung durchaus anzuerkennen. In Abwägung mit dem Interesse an einem beschleunigten Windenergieausbau erscheint es jedoch nicht gerechtfertigt, dass mithilfe der genannten Instrumente solche Detailplanungen über Jahre hinaus abgesichert und der Windenergieausbau damit erheblich verzögert wird.

10 Anhang

Tabelle 20: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Baden-Württemberg

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Bodensee-Oberschwaben	Nicht abschließend	-	-		
Donau-Iller (Teil in Bayern)	Abschließend	VRG	2015		Rotor-in
Heilbronn-Franken	Nicht abschließend	VRG	2015		Rotor-out
Hochrhein-Bodensee	Nicht abschließend	VRG	2019		Rotor-in
Mittlerer Oberrhein	Nicht abschließend	VRG	-		Rotor-out
Neckar-Alb	Nicht abschließend	-	-		Rotor-in
Nordschwarzwald	Nicht abschließend	-	-		Rotor-in
Ostwürttemberg	Nicht abschließend	VRG	2014		Rotor-out
Schwarzwald-Baar-Heuberg	Nicht abschließend	VRG	2018		Rotor-out
Südlicher Oberrhein	Nicht abschließend	VRG	2018		Rotor-in
VR Rhein-Neckar (Verbandsregion mit Teilen in R.-P. und Hessen)	Nicht abschließend	VRG	2021		
VR Stuttgart	Nicht abschließend	VRG	-	2019, 1	

Tabelle 21: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Bayern

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Allgäu	Nicht abschließend	VRG, VBG	2007		

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Augsburg	Nicht abschließend	VRG, VBG	2018		
Bayerischer Untermain	Nicht abschließend	-	-		
Donau-Iller (Teil in Baden-Württemberg)	Abschließend	VRG	2015		
Donau-Wald	Nicht abschließend	VRG, VBG	2014		
Ingolstadt	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Landshut	Nicht abschließend	VRG, VBG	2014		
Main-Rhön	Nicht abschließend	VRG, VBG	2014		
München	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Oberfranken-Ost	Abschließend	VRG, VBG	2014		
Oberfranken-West	Nicht abschließend	VRG	2014		
Oberland	Nicht abschließend	VRG	2015		
Oberpfalz-Nord	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Regensburg	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Region Nürnberg	Abschließend	VRG, VBG	2017		
Südostoberbayern	Nicht abschließend	VRG, VBG	2015		
Westmittelfranken	Abschließend	VRG, VBG	2019		
Würzburg	Nicht abschließend	VRG, VBG	2016		

Tabelle 22: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Brandenburg

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Havelland-Fläming	Abschließend	-	-		Rotor-in
Lausitz-Spreewald	Abschließend	-	-		Rotor-in
Oderland-Spree	Abschließend	EG	/		Rotor-in
Prignitz-Oberhavel	Abschließend	EG	-	2021, 1	Rotor-in
Uckermark-Barnim	Abschließend	VRG	/		Rotor-in

Tabelle 23: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Hessen

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Ballungsraum Frankfurt/Rhein-Main	Abschließend	VRG, VRG mit Ausschlusswirkung	2020		Rotor-out
Mittelhessen	Abschließend	VRG	2017		Rotor-out
Nordhessen	Abschließend	VRG	2017		Rotor-out
Südhessen	Abschließend	VRG, VRG mit Ausschlusswirkung	2020		Rotor-out

Tabelle 24: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Mecklenburg-Vorpommern

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Mecklenburgische Seenplatte	Abschließend	EG	2011	2018, 3	Rotor-out
Region Rostock	Abschließend	VRG	2021		Rotor-out
Vorpommern	Abschließend	EG	-	2020, 5	
Westmecklenburg	Abschließend	EG	-	2021, 3	Rotor-out

Tabelle 25: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Niedersachsen

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Ammerland	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Aurich	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2019		Rotor-in
Celle	Abschließend	-	-	2017, 1	Keine Aussage
Cloppenburg	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2005		Rotor-in
Cuxhaven	Abschließend	-	-		
Diepholz	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2019		
Emsland	Abschließend	VRG und/oder EG	2016		Rotor-in
Friesland	Nicht abschließend	VRG, EG	2021		Rotor-in
Göttingen	Abschließend	VRG	2021		Rotor-out
Grafschaft Bentheim	Nicht abschließend	-	-	2021, 1	Rotor-in
Hamel-Pyrmont	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	-	2020, 1	Rotor-in
Harburg	Abschließend	VRG und/oder EG	2019		Rotor-out
Heidekreis	Abschließend	VRG und/oder EG, VRG mit Ausschlusswirkung	2011	2015, 1	Rotor-in
Hildesheim	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2016		Rotor-out
Holzminen	Abschließend	VRG, VRG und/oder EG	-	2020, 2	Rotor-in
Kreisfreie Stadt Delmenhorst	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Kreisfreie Stadt Emden	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Kreisfreie Stadt Wilhelmshaven	Nicht abschließend	-	-		

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Leer	Nicht abschließend	-	-		
Lüchow-Dannenberg	Abschließend	VRG und/oder EG	2019		Rotor-in
Lüneburg	Abschließend	VRG und/oder EG	2016		Rotor-out
Nienburg (Weser)	Abschließend	VRG und/oder EG	-		
Northeim	Nicht abschließend	-	2006	2020, 1	Rotor-in
Oldenburg	Keine Gebietsausweisung	-	-		
Osnabrück	Abschließend	VRG und/oder EG	2013		Nicht verfügbar
Osterholz	Abschließend	VRG und/oder EG	2011		Rotor-in
Region Hannover	Nicht abschließend	-	-		Rotor-in
Regionalverband Großraum Braunschweig	Abschließend	VRG und/oder EG	2020		Rotor-in
Rotenburg (Wümme)	Abschließend	VRG und/oder EG	2020		
Schaumburg	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2003		Rotor-in
Stade	Abschließend	-	-	2021, 2	Rotor-out
Uelzen	Abschließend	VRG und/oder EG	2019		Rotor-out
Vechta	Nicht abschließend	Vorranggebiet	2021		Rotor-in
Verden	Abschließend	VRG mit Ausschlusswirkung	-		
Wesermarsch	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2020		Keine Aussage
Wittmund	Nicht abschließend	VRG und/oder EG	2006		Rotor-in

Tabelle 26: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Nordrhein-Westfalen

Planungsregion	Gebietsaus- Gebietsaus- weisung auf Ebene der Regional- planung	Flächen- kategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfs- version	Rotor-in/out
Arnsberg	Nicht abschließend	VRG	-	2020, 1	Rotor-in
Detmold	Keine Gebiets- ausweisung	-	2000		Rotor-in
Düsseldorf	Nicht abschließend	VRG	2017		Rotor-in
Köln	Keine Gebiets- ausweisung	-	-		Rotor-in
Münster	Nicht abschließend	VRG	2016		Rotor-in
Regionalverband Ruhr	Keine Gebiets- ausweisung		-		

Tabelle 27: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Rheinland-Pfalz

Planungsregion	Gebietsaus- weisung auf Ebene der Regional- planung	Flächen- kategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfs- version	Rotor-in/out
Mittelrhein- Westerwald	Nicht abschließend	VRG	2017		Rotor-in
Region Trier	Nicht abschließend	VRG	2004	2014, 1	Rotor-in
Rheinhessen-Nahe	Nicht abschließend	VRG	2015		Rotor-in
Verband Region Rhein-Neckar (Teile in Ba-Wü und Hessen)	Nicht abschließend	VRG	2021		Rotor-in
Westpfalz	Nicht abschließend	VRG	2020		Rotor-in

Tabelle 28: Stand Datenbeschaffung Windflächen fürs Saarland

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Saarland	Nicht abschließend				Rotor-in

Tabelle 29: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Sachsen

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Leipzig-West Sachsen	Abschließend	VRG, EG	2021		Rotor-in
Oberes-Elbtal/ Osterzgebirge	Abschließend	VRG, EG	2020		Rotor-out
Oberlausitz- Niederschlesien	Abschließend	VRG, EG, VRG mit Ausschlusswirkung	2010	2020, 1	Rotor-in
Region Chemnitz	Abschließend	VRG, VBG, VRG mit Ausschlusswirkung	2005	2015, 1	Rotor-in

Tabelle 30: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Sachsen-Anhalt

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Altmark	Abschließend	VRG mit Wirkung von EG	2013		Rotor-out
Anhalt-Bitterfeld- Wittenberg	Abschließend	VRG mit Wirkung von EG	2018		Rotor-out
Halle	Abschließend	VRG, EG, VRG mit Wirkung von EG	2010		Rotor-out
Harz	Abschließend	VRG, EG	2009	2021, 2	Rotor-in

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Magdeburg	Abschließend	VRG, EG	2006	2020, 2	Rotor-out

Tabelle 31: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Schleswig-Holstein

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Planungsraum I	Abschließend	VRG	2020		Rotor-in
Planungsraum II	Abschließend	VRG	2020		Rotor-in
Planungsraum III	Abschließend	VRG	2020		Rotor-in

Tabelle 32: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Thüringen

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Mittelthüringen	Abschließend	VRG	2018		Rotor-in
Nordthüringen	Abschließend	VRG, VRG mit Ausschlusswirkung	2012	2018, 1	Rotor-in
Ostthüringen	Abschließend	VRG mit Ausschlusswirkung	-		Rotor-in
Südwestthüringen	Abschließend	VRG, VRG mit Ausschlusswirkung	2012	2018, 1	Rotor-in

Tabelle 33: Stand Datenbeschaffung Windflächen für Berlin, Bremen und Hamburg

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Berlin	Keine Gebietsausweisung				

Planungsregion	Gebietsausweisung auf Ebene der Regionalplanung	Flächenkategorie	Rechtskräftiger Plan	Entwurf, Entwurfsversion	Rotor-in/out
Bremen*	Abschließend	EG	2014 (Bremen)	2020 (Bremerhaven)	Bremen: Rotor-out Bremerhaven: Rotor-in/out
Hamburg*	Abschließend	EG	2013		Rotor-out

* Gebietsausweisung erfolgt auf BLP-Ebene. Aufgrund des Charakters als einzelne Region hier mit aufgeführt.