

CLIMATE CHANGE

41/2022

Auswirkungen einer Rotor-in-Planung auf die Verfügbarkeit von Windflächen

Ad-hoc-Analyse zur Verfügbarkeit von Windflächen, die ein Überstreichen der Gebietsgrenzen durch den Rotor nicht zulassen, im Rahmen des Vorhabens „Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an Land“

CLIMATE CHANGE 41/2022

EVUPLAN des Bundesministerium für Wirtschaft und
Klimaschutz

Forschungskennzahl 37EV 19 1050 – Veröffentlichung im
Rahmen des Vorhabens „Flächenverfügbarkeit und
Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an
Land“

FB000859

Auswirkungen einer Rotor-in-Planung auf die Verfügbarkeit von Windflächen

Ad-hoc-Analyse zur Verfügbarkeit von Windflächen, die
ein Überstreichen der Gebietsgrenzen durch den Rotor
nicht zulassen

von

Marian Bons, Thobias Sach
Guidehouse Germany GmbH, Berlin

Carsten Pape
Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und
Energiesystemtechnik (IEE), Kassel


Nils Wegner
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:

April 2022

Redaktion:

Fachgebiet V 1.3 Erneuerbare Energien
Marie-Luise Plappert

Publikationen als pdf:

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

ISSN 1862-4359

Dessau-Roßlau, September 2022

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

Kurzbeschreibung

Bei der Flächenausweisung für die Windenergie an Land gibt es in der Praxis zwei unterschiedliche Planungsansätze für die Platzierung von Windenergieanlagen an den Grenzen der ausgewiesenen Flächen. Grundsätzlich wird unterschieden, ob auf den Flächen nur die Türme der Windenergieanlagen unterzubringen sind und der Rotor über die Grenze der Fläche hinausragen darf („Rotor-out“) oder ob auch die Rotoren vollständig innerhalb der ausgewiesenen Fläche Platz finden müssen („Rotor-in“).

Die Untersuchung zeigt, dass eine Rotor-in-Planung die Verfügbarkeit einer Flächenkulisse stark einschränkt. Betrachtet wurden aktuelle Flächen der Regional- und Bauleitplanung aller Bundesländer mit einer Gesamtfläche von ca. 2.850 km². Bei einem Rotordurchmesser von 165 m verbleiben von der Fläche etwa 60 %. Die nicht verfügbare Fläche liegt somit bei etwa 40 %. Die auf den Flächen installierbare Leistung reduziert sich um etwa 25 %.

Der Effekt variiert in Abhängigkeit von Flächengröße, Flächenform und Rotordurchmesser, ist jedoch immer stark ausgeprägt. Bei kleinen Flächen wirkt sich die Umrechnung von Rotor-in zu Rotor-out deutlich stärker auf die verbleibende Fläche aus als bei großen Flächen. Die installierbare Leistung nimmt mit steigendem Rotordurchmesser – bei gleichbleibender spezifischer Flächenleistung und entsprechend steigender Generatorleistung – zu. Die steigende Flächeneffizienz überwiegt hierbei den Einfluss der leicht geringeren verbleibenden Fläche.

Bei der Anrechnung von ausgewiesenen Flächen auf die geplanten Flächenziele muss der Gesetzgeber zwingend zwischen Flächen mit Rotor-in- und Flächen mit Rotor-out-Planung unterscheiden. Er muss zum Monitoring der Zielerreichung ein klares Vorgehen zur Ermittlung entsprechender Abschläge bei einer Rotor-in-Planung in den vorgesehenen gesetzlichen Regelungen verankern. Wird ein Flächenziel als Rotor-out-Ziel definiert, sollte eine Umrechnung der ausgewiesenen Rotor-in-Flächenkulisse die Flächengröße berücksichtigen.

Summary

When designating areas for onshore wind energy, there are in practice two different planning approaches for the placement of wind turbines on the boundaries of the designated areas. Basically, a distinction is made whether only the towers of the wind turbines are to be accommodated inside the areas and the rotor may protrude beyond the boundary of the area ("rotor-out") or whether the rotors also have to be placed entirely within the designated areas ("rotor-in").

The study shows that a rotor-in planning strongly limits the availability of the designated areas. Current areas of regional and urban land use planning of all federal states with a total area of about 2,850 km² were considered. With a rotor diameter of 165 m, approx. 60 % of the area remains. 40 % of the area is thus not available. The installable capacity is reduced by approx. 25 %.

The effect varies with area size, area shape, and rotor diameter, but is always strong. The conversion from rotor-in to rotor-out has a significantly greater effect on the remaining area for small areas than for large areas. The installable capacity increases with increasing rotor diameter at constant specific power density and correspondingly increasing generator capacity. The increasing area efficiency outweighs the influence of the slightly decreasing remaining area.

In order to count towards an area target, the legislator must differentiate between areas with rotor-in and areas with rotor-out planning. In order to monitor the achievement of the target, a clear procedure for determining the corresponding reductions for rotor-in areas must be defined. If an area target is defined as a rotor-out target, a conversion of the designated area should take the individual area size into account.

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis.....	6
Tabellenverzeichnis.....	6
Abkürzungsverzeichnis.....	6
1 Einführung.....	7
2 Methodisches Vorgehen.....	8
2.1 Einflussfaktoren.....	9
2.2 Datengrundlage.....	10
2.3 Referenzanlage.....	10
2.4 Umrechnung von Rotor-in zu Rotor-out.....	11
2.5 Ermittlung der installierbaren Leistung.....	12
3 Einfluss auf die verfügbare Fläche.....	12
3.1 Einfluss der Flächengröße.....	12
3.2 Einfluss des Rotordurchmessers.....	14
4 Einfluss auf das Leistungspotenzial.....	17
4.1 Einfluss der Flächengröße.....	17
4.2 Einfluss des Rotordurchmessers.....	18
5 Analyse von Rechtslage und Planungspraxis in den Ländern.....	19
5.1 Vorgaben für die Bauleitplanung.....	20
5.2 Vorgaben für die Raumordnung.....	21
5.3 Konsequenzen für die Zulassungsebene.....	22
5.4 Planungspraxis in den Ländern.....	23
6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung.....	23

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1 Unterschied der Regelungen Rotor-in und Rotor-out bezogen auf die Gebietsgrenze.....	7
Abbildung 2 Einfluss der Flächenform auf die nutzbaren Flächenanteile.....	9
Abbildung 3 Verbleibende Fläche nach Umrechnung in Abhängigkeit der Flächengröße der ausgewiesenen Windfläche (bis 600 ha).....	13
Abbildung 4 Verbleibende Fläche nach Umrechnung in Abhängigkeit der Flächengröße der ausgewiesenen Windfläche (bis 100 ha).....	14
Abbildung 5 Verbleibender Flächenanteil nach Flächenklassen in Abhängigkeit des Rotordurchmessers	16
Abbildung 6 Anzahl der auf den Flächen installierbaren Windenergieanlagen mit 165 m Rotordurchmesser in Abhängigkeit der Flächengröße (bis 600 ha)	18

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1 Parameter der betrachteten Windenergieanlagen	11
Tabelle 2 Pufferweite der betrachteten Anlagenkonfigurationen.....	11
Tabelle 3 Verbleibender Flächenanteil in Abhängigkeit des Rotordurchmessers ..	16
Tabelle 4 Installierbare Leistung bei Rotor-out und Rotor-in in Abhängigkeit des Rotordurchmessers	17
Tabelle 5 Auf den Flächen installierbare WEA-Leistung in Abhängigkeit des Rotordurchmessers	19
Tabelle 6 Spezifischer Flächenbedarf in Abhängigkeit des Rotordurchmessers.....	19

Abkürzungsverzeichnis

BauGB	Baugesetzbuch
BauNVO	Baunutzungsverordnung
GIS	Geoinformationssystem
ROG	Raumordnungsgesetz
SQL	Structured Query Language (Datenbankabfrage-Sprache)
WEA	Windenergieanlage

1 Einführung

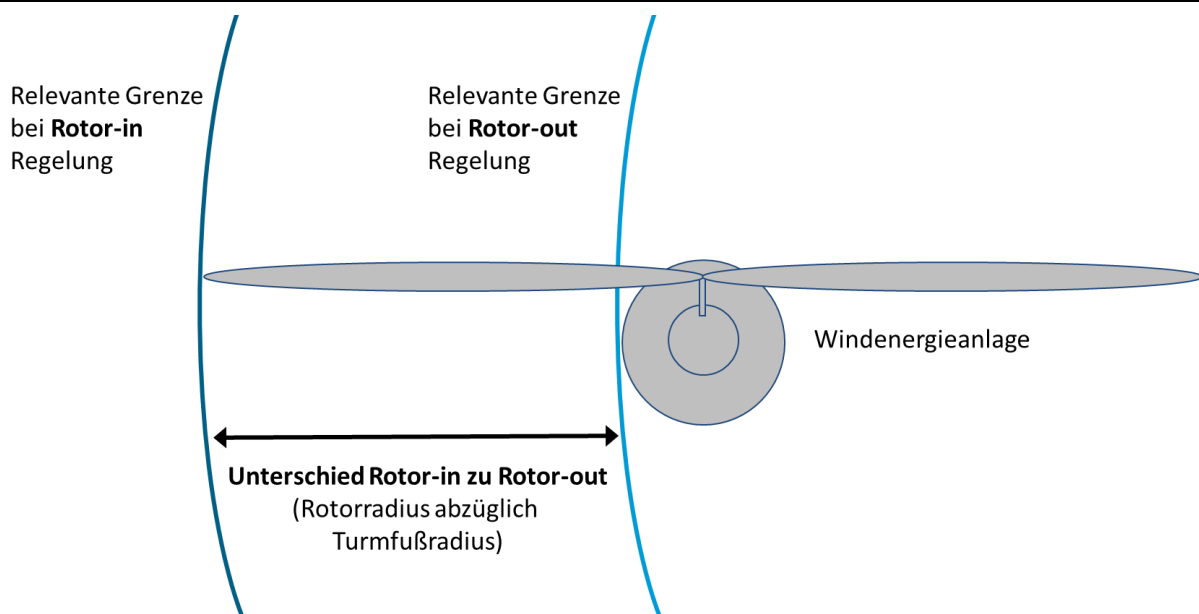
Die Bundesregierung sieht in ihrem Koalitionsvertrag vor, dass zwei Prozent der Landesflächen für die Windenergie an Land ausgewiesen werden.¹ Die nähere Ausgestaltung soll im Jahr 2022 folgen. Zur Erreichung der Klimaziele ist entscheidend, wieviel Leistung auf diesen Flächen installiert beziehungsweise welcher Energieertrag auf den Flächen erwirtschaftet werden kann.

Bei der Flächenausweisung für die Windenergie an Land gibt es in der Praxis unterschiedliche Regelungen für die Platzierung von Windenergieanlagen (WEA) an den Grenzen der ausgewiesenen Flächen. Grundsätzlich lassen sich zwei Planungsansätze unterscheiden:

- ▶ „Rotor-in“: Hierbei muss die WEA inklusive ihres Rotors vollständig innerhalb der ausgewiesenen Fläche stehen. Dieser Ansatz wird in der Mehrzahl der Bundesländer bzw. Planungsregionen sowie grundsätzlich auf Ebene der Bauleitplanung² praktiziert.
- ▶ „Rotor-out“: Bei dieser Regelung darf der Rotor der WEA über die ausgewiesene Fläche hinausragen. Lediglich der Turmfuß muss innerhalb der Windfläche platziert werden. Dieser Ansatz wird landesweit in Mecklenburg-Vorpommern, Hessen, in weiten Teilen Sachsen-Anhalts sowie einzelnen Planungsregionen in Baden-Württemberg, Niedersachsen und Sachsen praktiziert (vgl. Abschnitt 5.4).

Bei einer Rotor-out-Regelung kann eine WEA also näher an der Grenze der ausgewiesenen Fläche errichtet werden. Konkret beträgt der Unterschied einen Rotorradius abzüglich Turmfußradius, wie in Abbildung 1 illustriert. Damit können bei Rotor-out-Regelung meist mehr WEA auf den ausgewiesenen Flächen errichtet werden.

Abbildung 1 Unterschied der Regelungen Rotor-in und Rotor-out bezogen auf die Gebietsgrenze.



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE, Guidehouse

¹ Vgl. Koalitionsvertrag zwischen SPD, Bündnis 90/Die Grünen und FDP, S. 57, verfügbar unter: <https://www.bundesregierung.de/breg-de/service/gesetzesvorhaben/koalitionsvertrag-2021-1990800>

² Eine entsprechende Vorgabe wird einer Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts entnommen, vgl. BVerwG, Urt. v. 21.10.2004 – 4 C 3/04, juris Rn. 40 und hierzu unten unter 5.1.

Eine Analyse aus dem Jahr 2015³ hat anhand von 14 untersuchten Einzelflächen und einer Referenzanlage mit 120 m Rotordurchmesser gezeigt, dass für dieselbe Leistung im Durchschnitt ein über 20 % höherer spezifischer Flächenbedarf besteht, wenn anstelle von Rotor-out der Planungsansatz Rotor-in gilt.

Aktuelle Analysen im Rahmen des UBA-Vorhabens „Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an Land“⁴ zeigen, dass das ausgegebene 2-%-Flächenziel zur Erreichung der Klimaziele ausreichen kann, wenn die Windflächen als Rotor-out-Flächen ausgewiesen werden⁵. Bei einer Rotor-in-Planung hingegen müsste das Flächenziel deutlich höher liegen, um die langfristig anvisierten 160 GW⁶ erreichen zu können.

Ziel dieser Kurzanalyse ist es, die Effekte der unterschiedlichen Ausweisung als Rotor-in beziehungsweise Rotor-out auf die Flächenkulisse zu untersuchen. Der Fokus der Analyse liegt dabei darauf

- ▶ zu untersuchen, wie stark die Fläche einer Rotor-in-Planung ggü. einer Rotor-out-Planung in ihrer Verfügbarkeit eingeschränkt wird und wie sehr sich dies auf die installierbare Leistung auf der Fläche auswirkt,
- ▶ zu untersuchen, wie die verschiedenen Einflussgrößen (Rotorradius, Flächengröße, Flächenform) den Effekt bestimmen und welche Zusammenhänge bestehen,
- ▶ darzustellen, welche rechtlichen Vorgaben auf den einzelnen Planungsebenen bestehen und wie die derzeitige Praxis in den Ländern vor dem Hintergrund dieser Vorgaben ist.

Das hierzu angewendete methodische Vorgehen wird im folgenden Kapitel 2 beschrieben. Der Effekt der Umrechnung auf die Fläche wird in Kapitel 3 aufgezeigt, der Effekt der Umrechnung auf die installierbare Leistung in Kapitel 4. Eine Analyse der rechtlichen Vorgaben sowie der Planungspraxis in den Ländern erfolgt in Kapitel 5. Schlussfolgerungen werden in Kapitel 6 abgeleitet.

2 Methodisches Vorgehen

Im Folgenden wird das methodische Vorgehen zur Untersuchung der Flächenverfügbarkeit einer Rotor-in-Planung erläutert. Beschrieben werden die Einflussfaktoren auf die Umrechnung, die Datengrundlage, die der Analyse zugrunde gelegte Referenzanlage, das Vorgehen zur Umrechnung der Fläche über eine Pufferung nach innen sowie die Ermittlung der installierbaren Leistung.

³ DEWI, Klimaschutzagentur Region Hannover (2015): Rotorblattspitze innerhalb oder außerhalb der Konzentrationszone: Welchen Einfluss hat dies auf den Flächenbedarf einer Windenergieanlage?

⁴ Studie von Guidehouse, Fraunhofer IEE und Stiftung Umweltenergierecht, 2019-2022, Veröffentlichung geplant im Sommer 2022

⁵ Es wird berücksichtigt, dass – entsprechend der Erkenntnisse zur bisherigen und aktuellen Nutzbarkeit der ausgewiesenen Flächen für die Windenergie an Land – 30 % der Flächen aufgrund von genehmigungsrechtlichen, wirtschaftlichen und privatrechtlichen Hemmnissen voraussichtlich nicht genutzt werden können.

⁶ Vgl. den Entwurf eines Gesetzes zu Sofortmaßnahmen für einen beschleunigten Ausbau der erneuerbaren Energien und weiteren Maßnahmen im Stromsektor vom 06.04.2022

2.1 Einflussfaktoren

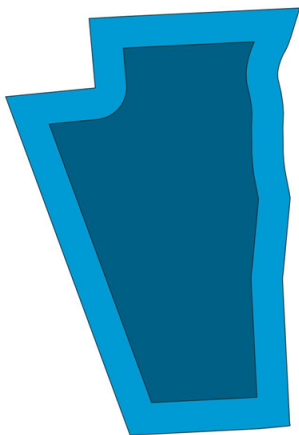
Wie sehr sich die tatsächlich nutzbaren Flächen zwischen einer Rotor-out und einer Rotor-in Planung unterscheiden, hängt von einer Reihe von Einflussfaktoren ab. Hierzu zählen neben Form und Größe der Fläche auch der Rotordurchmesser der WEA sowie der Durchmesser des Turmfußes.

Je kleiner eine Fläche ist, desto stärker ist der Effekt einer Pufferung der Flächen nach innen um einen dem Rotorradius äquivalenten Wert. Insbesondere bei kleinen Flächen mit einer Größe von weniger als 10 ha kann die Abbildung von Rotor-in dazu führen, dass keine nutzbare Fläche verbleibt, also die Errichtung großer WEA auf derartigen Flächen unter Einhaltung der planerischen Vorgaben nicht möglich ist.

Weiterhin hat auch die Form der Fläche einen erheblichen Einfluss auf den verbleibenden Flächenanteil (Abbildung 2). Je gestreckter und damit schmaler eine Fläche ist, desto stärker sind – bezogen auf vergleichbar große Flächen – die relativen Auswirkungen einer Abbildung von Rotor-in. Im Gegensatz dazu sind die Auswirkungen einer kompakten (im Extremfall kreisrunden) Fläche vergleichsweise gering.

Abbildung 2 Einfluss der Flächenform auf die nutzbaren Flächenanteile

A)
Fläche ges.: 50,2 ha
Anteil verbleibend: 66,3 %



B)
Fläche ges.: 50,3 ha
Anteil verbleibend: 49,6 %



Hell- & dunkelblau: ursprüngliche Fläche; nur dunkelblau: Fläche nach Pufferung mit -75 m für die Abbildung einer WEA mit 165 m Rotordurchmesser ($165 \text{ m} / 2 - 7,5 \text{ m} = 75 \text{ m}$)

Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Der Rotordurchmesser bzw. der Rotorradius bestimmen, wie weit die Einzelflächen nach innen gepuffert werden müssen, um die effektiv bebaubare Fläche abzubilden, sodass ein größerer Rotordurchmesser eine stärkere Reduktion der bebauten Fläche zufolge hat.

Im Gegensatz dazu bestimmt der Radius des Turmfußes, wie weit eine WEA bei einer Rotor-out Planung vom Rand der ausgewiesenen Fläche einrücken muss. Bei einer Rotor-in Planung ist dagegen der Rotorradius maßgebend, sodass für die Unterscheidung beider Planungsvarianten die Differenz beider Radien relevant ist.

2.2 Datengrundlage

Als Datenbasis für die Analysen dient ein Zwischenstand der Flächenkulisse, die im Rahmen des UBA-Vorhabens „Flächenverfügbarkeit und Flächenbedarfe für den Ausbau der Windenergie an Land“⁷ zusammengetragen wird. Der Datensatz umfasst Flächen der Regional- und Bauleitplanung aller Bundesländer mit einer Gesamtfläche von ca. 2.850 km² (0,80 % der Bundesfläche)⁸. Es wird bei den Flächen nicht unterschieden, ob der Planungsansatz erlaubt, dass die Rotoren der Windenergieanlagen über die Flächen hinausragen oder nicht. Die Analyse soll vielmehr die Zusammenhänge aufzeigen, die aus den unterschiedlichen Planungsansätzen resultieren. Daher sollten die Flächen die Bandbreite der in der Praxis vorkommenden typischen Formen und Größenklassen aufweisen.

2.3 Referenzanlage

Als Referenzanlage wird eine WEA mit einem Rotordurchmesser von 165 m mit einem Turmfuß von 15 m berücksichtigt. Dies entspricht einer erwartbaren Entwicklung der mittelfristig durchschnittlichen Anlagentechnologie. Bereits jetzt bietet eine Vielzahl der Hersteller Anlagen mit einem Rotordurchmesser von nahezu oder sogar über 160 m an, welche zunehmend auch bereits in den Genehmigungen herangezogen werden.

Die Entwicklung der WEA unterlag in den letzten Jahren einem Technologiesprung, der sich verstärkt im Zubau und den Genehmigungen abzeichnet. Eine Auswertung der in 2021 und bis März 2022 genehmigten nahezu 1.000 WEA zeigt, dass der durchschnittliche Rotordurchmesser bei 143 m lag. Der durchschnittliche Rotordurchmesser der von Januar bis März 2022 genehmigten über 100 WEA betrug demgegenüber bereits durchschnittlich 150 m. Demgegenüber betrug der durchschnittliche Rotordurchmesser der in 2021 zugebauten WEA nur 133 m⁹.

Neben der Referenzanlage werden zur Untersuchung des Einflusses des Rotordurchmessers auf die Ergebnisse Abweichungen vom Rotordurchmesser in Höhe von jeweils 15 bzw. 30 m nach unten sowie oben betrachtet. Damit werden folgende fünf Rotordurchmesser analysiert:

- ▶ 135 m: Zubau 2021
- ▶ 150 m: Aktuelle Genehmigungen
- ▶ 165 m: Referenzanlage, mittelfristig erwarteter Durchschnitt des Zubaus
- ▶ 180 m: Denkbare längerfristige Entwicklung
- ▶ 195 m: Denkbare langfristige Entwicklung

Für die Vergleichbarkeit der unterschiedlich großen Windenergieanlagen, wird unter Annahme einer einheitlichen spezifischen Flächenleistung von 290 W/m² die Generatorleistung der verschiedenen WEA generisch festgelegt. Relevante Parameter der betrachteten WEA sind in Tabelle 1 zusammengefasst.

⁷ Studie von Guidehouse, Fraunhofer IEE und Stiftung Umweltenergierecht, 2019-2022, Veröffentlichung geplant im Sommer 2022

⁸ Überschneidungen von Flächen der Regional- und Bauleitplanung wurden herausgerechnet

⁹ Datensatz der FA Wind zur Ausbausituation der Windenergie an Land für das Jahr 2021 und das 1. Quartal 2022 basierend auf dem Marktstammdatenregister, nicht öffentlich

Tabelle 1 Parameter der betrachteten Windenergieanlagen

Rotordurchmesser	Turmfußdurchmesser	Rotorkreisfläche	Spez. Flächenleistung	Nennleistung
135 m	15 m	14.314 m ²	290 W/m ²	4,15 MW
150 m	15 m	17.671 m ²	290 W/m ²	5,12 MW
165 m	15 m	21.382 m ²	290 W/m ²	6,20 MW
180 m	15 m	25.447 m ²	290 W/m ²	7,38 MW
195 m	15 m	29.865 m ²	290 W/m ²	8,66 MW

Quelle: Eigene Analysen Fraunhofer IEE

2.4 Umrechnung von Rotor-in zu Rotor-out

Die Auswirkungen der unterschiedlichen Planungsansätze werden mithilfe einer GIS-Analyse untersucht.¹⁰ Die als Geodaten vorliegenden Flächen der Regional- und Bauleitplanung werden zunächst aufgelöst, sodass aneinandergrenzende oder sich überlappende Flächen zu einer gemeinsamen Fläche verschmelzen und eine Doppelbetrachtung derselben Fläche ausgeschlossen wird. Nach einer anschließenden Korrektur von Artefakten¹¹ in den Geodaten werden im nächsten Schritt die Flächen nach innen gepuffert, um das erforderliche Einrücken der Windenergieanlage in die Windflächen abzubilden (vgl. **Error! Reference source not found.**). Durch Auswertung der Flächengrößen vor und nach dem Puffern werden die Zusammenhänge in Bezug auf die verfügbaren Flächenanteile untersucht.

Bei einer Rotor-out Planung muss der Turmfuß der WEA vollständig innerhalb der Fläche stehen. Entsprechend müsste für die Anlagenplatzierung auf einer Rotor-out-Fläche genau genommen die Gesamtfläche zunächst um einen Turmfußradius nach innen gepuffert werden, während für die Anlagenplatzierung auf einer Rotor-in-Fläche die Flächen zusätzlich um die Differenz zwischen Rotorradius und Turmfußradius nach innen gepuffert werden müssten. Vereinfachend wurde für diese Untersuchungen die Gesamtfläche der um einen Rotorradius abzgl. eines Turmfußradius nach innen gepufferten Fläche gegenübergestellt.

Tabelle 2 zeigt die angesetzte Pufferweite in Abhängigkeit des angenommenen Rotorradius.

Tabelle 2 Pufferweite der betrachteten Anlagenkonfigurationen

Rotordurchmesser (m)	Rotorradius (m)	Turmfußradius (m)	Pufferung nach innen (m)
135	67,5	7,5	60
150	75	7,5	67,5

¹⁰ Die Analysen mit Raumbezug erfolgen in einer PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung, wobei die Ausführung der SQL-Befehle teilweise skriptbasiert von Matlab aus erfolgt.

¹¹ Beim Auflösen nicht exakt aneinandergrenzender Geometrien können sehr dünne Linien in den Geometrien verbleiben, an die eine Pufferung unkorrekterweise ebenfalls ansetzen würde.

Rotordurchmesser (m)	Rotorradius (m)	Turmfußradius (m)	Pufferung nach innen (m)
165	82,5	7,5	75
180	90	7,5	82,5
195	97,5	7,5	90

Quelle: Fraunhofer IEE

2.5 Ermittlung der installierbaren Leistung

Die Ermittlung der auf den Flächen installierbaren Leistung erfolgt mithilfe der am Fraunhofer IEE entwickelten Anlagenplatzierung im Rahmen des Vorhabens Flächenanalyse I¹². Hierbei werden Anzahl und Standorte der – unter Einhaltung der Randbedingungen – auf den Flächen maximal installierbaren WEA ermittelt. Die Flächen werden nach der Pufferung nach innen mit einer Gitterweite von 25 m gerastert und durch den Platzierungsalgorithmus mit WEA “bebaut”. Die Methodik der Anlagenplatzierung wurde gegenüber der Flächenanalyse-I-Studie weiterentwickelt, sodass ca. 7 % mehr WEA platziert werden. Dies entspricht ca. 96 bis 97 % der theoretisch maximal auf den Flächen installierbaren Leistung, ermittelt mithilfe einer mathematischen Optimierung.

Die Anlagenplatzierung bildet einen Mindestabstand zwischen benachbarten WEA mit elliptischen Mindestabstandspuffern mit fünf Rotordurchmessern in Haupt- und drei Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung ab. In der weiterentwickelten Methodik werden die Anlagen immer so (am Rand der freien Flächen) platziert, dass die Abstandsellipsen zu einem möglichst kleinen Anteil mit der unbebauten Windfläche überlappen.

3 Einfluss auf die verfügbare Fläche

Die Umrechnung einer Windfläche von Rotor-out zu Rotor-in wirkt sich erheblich auf die Flächengröße aus. Insgesamt verbleibt nach der Umrechnung mit 165 m Rotordurchmesser von der betrachteten Flächenkulisse ca. 61 %. Somit liegen 39 % der Fläche im 75 m Randbereich¹³.

Der ermittelte Wert ist hierbei abhängig von den in Kapitel 2 erläuterten Einflussfaktoren und nicht pauschal für die Flächenkulisse anzusetzen. Im Folgenden wird der Einfluss der Flächengröße und des Rotordurchmessers auf den Effekt untersucht.

3.1 Einfluss der Flächengröße

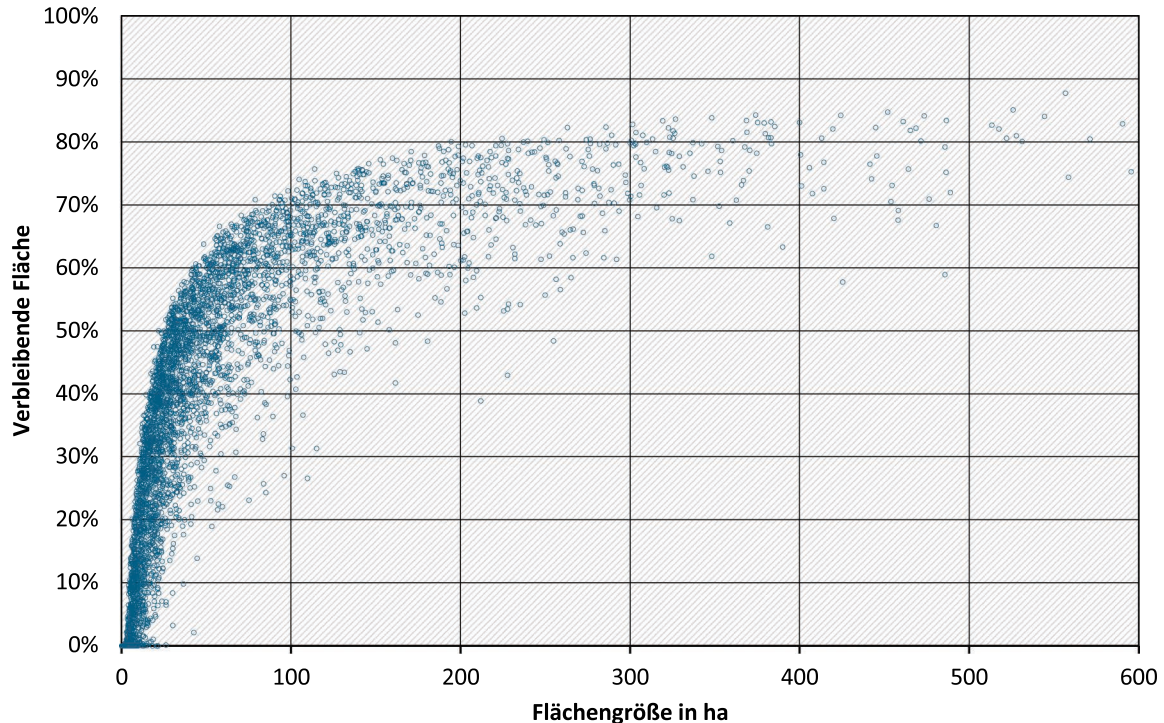
Abbildung 3 zeigt die verbleibende Fläche nach Umrechnung in Abhängigkeit der Flächengröße. Jeder dargestellte Punkt stellt eine einzelne, ausgewiesene Windfläche dar. Die Abbildung zeigt einen klaren, nicht-linearen Zusammenhang. Mit steigender Flächengröße nimmt der 75-m-Randbereich einen sinkenden Anteil an der Fläche ein und es verbleibt somit ein größerer Flächenanteil nach der Umrechnung. Bei großen Flächen zwischen 300 und 600 ha liegt die verbleibende Fläche im Bereich von ca. 70 bis 85 % mit einzelnen Ausreißern. Dies gilt ebenfalls für acht analysierte Einzelflächen mit einer Größe von über 600 und bis ca. 1.700 ha, welche aus

¹² Vgl. für eine ausführliche Beschreibung des methodischen Vorgehens Navigant, Fraunhofer IEE (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land

¹³ Die Betrachtung wurde ebenfalls unter Ausschluss der Flächenkulisse der Regionen durchgeführt, die mit Rotor-out planen. Die resultierende Flächenkulisse umfasst 73 % der gesamten Flächenkulisse. Es wurden keine wesentlichen Abweichungen in den Ergebnissen festgestellt.

Darstellungsgründen nicht abgebildet sind. Die Streuung je Flächengröße resultiert aus der jeweiligen individuellen Flächenform der Einzelfläche (s. Abschnitt 2.1).

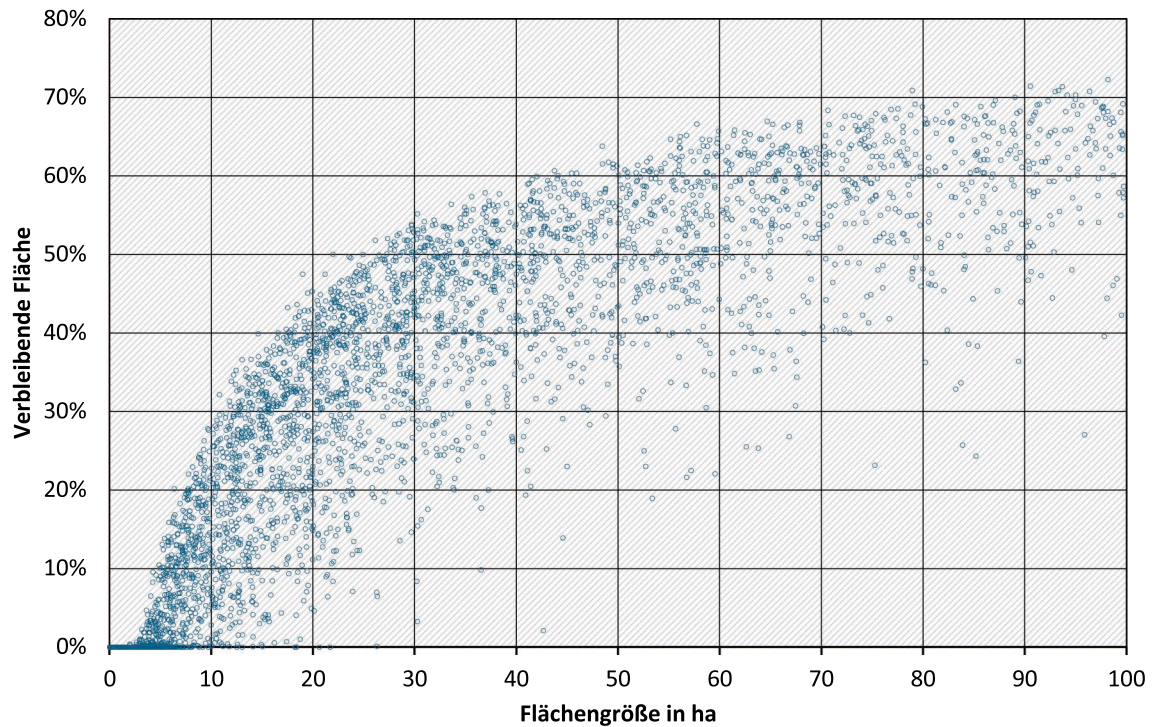
Abbildung 3 Verbleibende Fläche nach Umrechnung in Abhängigkeit der Flächengröße der ausgewiesenen Windfläche (bis 600 ha)



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse, Analysen Fraunhofer IEE, Guidehouse

Abbildung 4 zeigt einen Ausschnitt der Abbildung 3. Dargestellt sind alle Flächen bis zu einer Größe von 100 ha. Die Y-Achse ist zudem zur besseren Lesbarkeit auf 80 % begrenzt. In der Detailansicht zeigt sich, dass der oben gezeigte Zusammenhang auch im Bereich von 0 bis 100 ha Flächengröße besteht. Der verbleibende Flächenanteil beträgt im Regelfall unter 70 % und nimmt bei sinkender Flächengröße stark ab, insbesondere im Bereich zwischen 0 und 30 ha. Von den Flächen mit einer Größe bis zu 10 ha verbleiben nur noch Flächenanteile von maximal 30 %. Im Extremfall wird die Fläche auf 0 reduziert.

Abbildung 4 Verbleibende Fläche nach Umrechnung in Abhängigkeit der Flächengröße der ausgewiesenen Windfläche (bis 100 ha)



Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse, Analysen Fraunhofer IEE, Guidehouse

In der Praxis sind sehr kleine Flächen nicht oder nur durch Einzelanlagen nutzbar. Die vom Rotor überstrichene Kreisfläche einer Anlage mit 165 m Rotordurchmesser beträgt 2,1 ha. In der Praxis der Flächenausweisung werden zur Bündelung der Windenergie oftmals Mindestflächengrößen festgelegt, welche häufig 20 ha, jedoch auch bis zu 40 ha betragen können¹⁴.

3.2 Einfluss des Rotordurchmessers

Je größer der Rotordurchmesser einer WEA, desto weiter muss der Turmfuß der Anlage in die Windfläche bei Rotor-in-Planung hereingerückt werden.

¹⁴ Ergebnis einer Untersuchung von 26 Plänen (Großteil Regionalpläne, wenige Flächennutzungspläne) im Rahmen des Vorhabens des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz „Analyse der Flächenverfügbarkeit für Windenergie an Land post-2030“, Bearbeitung durch Guidehouse, Fraunhofer IEE, Stiftung Umweltenergierecht und Bosch & Partner

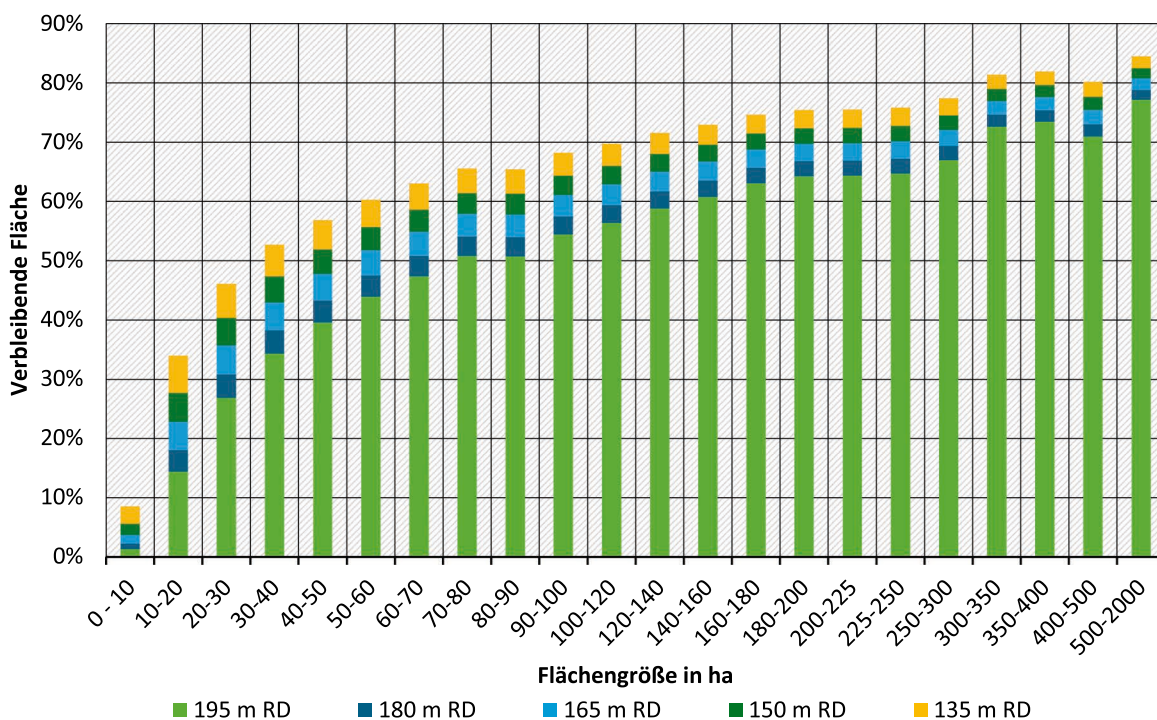
Tabelle 3 zeigt, welcher Anteil der betrachteten Flächenkulisse verbleibt, wenn unterschiedliche Rotordurchmesser gewählt werden. Bei einem Rotordurchmesser von 135 m, beträgt der verbleibende Flächenanteil der untersuchten Flächenkulisse 68,0 %. Beträgt der Rotordurchmesser hingegen 195 m, reduziert sich die verbleibende Flächenkulisse auf 54,9 %. Eine Verringerung des Rotordurchmessers um 15 m ggü. der hier gewählten Referenzanlage mit 165 m Rotordurchmesser, d. h. mit einem Rotordurchmesser von 150 m, führt demnach zu einer Erhöhung der verbleibenden Flächenkulisse um 5,1 %, während eine entsprechende Erhöhung des Rotordurchmessers um 15 m auf 180 m Rotordurchmesser zu einer Reduzierung der Fläche um 5,6 % führt.

Tabelle 3 Verbleibender Flächenanteil in Abhängigkeit des Rotordurchmessers

Rotordurchmesser	135 m	150 m	165 m	180 m	195 m
Verbleibender Flächenanteil	68,0 %	64,3 %	61,2 %	57,8 %	54,9 %
Verbleibender Flächenanteil ggü. 165 m Rotordurchmesser in Prozent	+ 11,1 %	+ 5,1 %	-	- 5,6 %	- 10,2 %

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse, Analysen Fraunhofer IEE, Guidehouse

Abbildung 5 zeigt, wie sich der Effekt bei unterschiedlichen Flächengrößen verhält. Dargestellt sind je Balken alle Flächen einer Größenklasse, wobei mit steigender Flächengröße die Kategorien weiter gefasst wurden. Jede Säule repräsentiert einen Anteil von ca. 4 bis 6 % der Fläche der betrachteten Flächenkulisse.

Abbildung 5 Verbleibender Flächenanteil nach Flächengrößen in Abhängigkeit des Rotordurchmessers

Quelle: Eigene Darstellung Guidehouse, Analysen Fraunhofer IEE, Guidehouse

Die Abbildung zeigt, dass die Flächengröße einen erheblichen Einfluss darauf hat, wie stark sich eine Änderung des Rotordurchmessers auf die Umrechnung auswirkt. Bei großen Flächen ist nur ein geringer Effekt auf die verbleibende Flächengröße zu sehen, da der Randbereich einer Fläche mit steigender Größe sinkt. Je kleiner die Fläche, desto stärker wirkt sich ein größerer Rotordurchmesser auf die verbleibende Fläche aus.

Exemplarisch sind hier drei Flächenkategorien hervorgehoben:

- **Große Flächen (obere 20 % der Fläche):** In der Flächenkategorie 300 bis 350 ha führt eine Abweichung vom Rotordurchmesser der Referenzanlage um 30 m nach unten zu einer nur 6 % größeren, verbleibenden Fläche. Eine Abweichung um 30 m nach oben führt zu einer nur 6 % stärker reduzierten Fläche.

- ▶ **Mittlere Flächen (durchschnittliche, gewichtete Flächengröße):** In der Flächenkategorie 120 bis 140 ha führt eine Abweichung vom Rotordurchmesser der Referenzanlage um 30 m nach unten zu einer 10 % größeren, verbleibenden Fläche. Eine Abweichung um 30 m nach oben führt zu einer nur 10 % stärker reduzierten Fläche.
- ▶ **Kleine Flächen (untere 10 % der Fläche):** In der Flächenkategorie 10 bis 20 ha führt eine Abweichung vom Rotordurchmesser der Referenzanlage um 30 m nach unten zu einer fast 50 % größeren, verbleibenden Fläche. Eine Abweichung um 30 m nach oben führt hingegen zu einer 37 % stärker reduzierten Fläche.

4 Einfluss auf das Leistungspotenzial

Die mithilfe der Anlagenplatzierung ermittelte Anzahl an WEA multipliziert mit der angenommenen Nennleistung der Anlagen liefert die (unter den getroffenen Annahmen) auf den Flächen installierbare Leistung. Aufgrund des höheren Platzbedarfs von WEA mit größerem Rotordurchmesser reduziert sich einerseits die auf den einzelnen Flächen installierbare Anlagenzahl, während andererseits die Nennleistung der einzelnen WEA zunimmt.

Für die untersuchte Flächenkulisse wurde die installierbare Leistung einer Rotor-out-Planung im Vergleich zu einer Rotor-in-Planung in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser ermittelt (Tabelle 4).

Tabelle 4 Installierbare Leistung bei Rotor-out und Rotor-in in Abhängigkeit des Rotordurchmessers

Rotordurchmesser (m)	Leistung bei Rotor-out (GW)	Leistung bei Rotor-in (GW)	Verhältnis (%)
135	87,4	70,6	80,8 %
150	93,7	73,4	78,3 %
165	100,1	76,7	76,6 %
180	106,3	79,0	74,3 %
195	112,7	82,0	72,8 %

Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Die auf den Flächen platzierbare WEA-Leistung bei einer Rotor-in-Planung ist im Vergleich zu einer Rotor-out-Planung um 19,2 bis 27,2 % geringer, wobei die Auswirkungen einer Rotor-in-Planung mit steigendem Rotordurchmesser zunehmen. Für die betrachtete Referenzanlage mit 165 m Rotordurchmesser beträgt die Reduktion 23,4 %. Es ist zu beachten, dass die Ergebnisse einen Durchschnittswert für die untersuchten Flächen darstellen und in Abhängigkeit von Größe, Form und Ausrichtung individueller Flächen variieren.

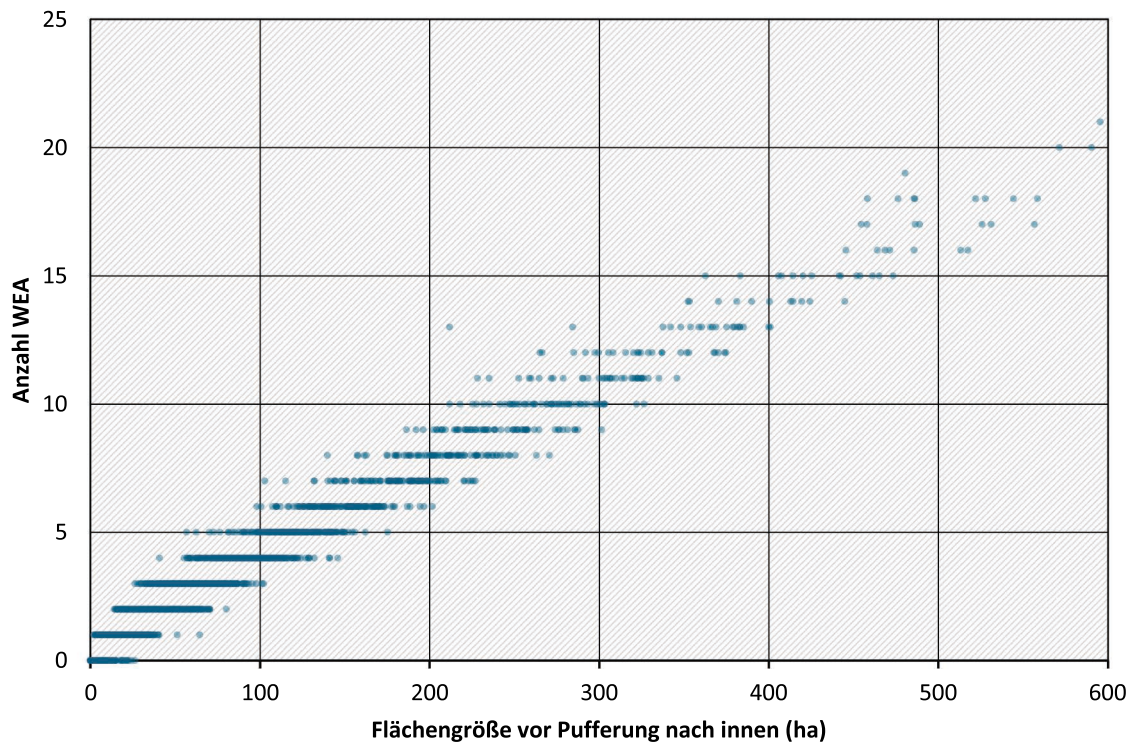
4.1 Einfluss der Flächengröße

Die Anzahl an WEA und damit die auf den Einzelflächen installierbare Leistung hängt neben der Größe der Flächen auch von deren Form und deren Ausrichtung in Relation zur Hauptwindrichtung ab. Insbesondere langgestreckte Flächen mit einer Ausrichtung quer zur Hauptwindrichtung ermöglichen eine hohe Anlagenzahl im Verhältnis zur Flächengröße. Abbildung 6 zeigt eine Auswertung der auf den Einzelflächen platzierbaren Anlagenzahl in Abhängigkeit der Flächengröße.

Grundsätzlich zeigt sich ein annähernd linearer Zusammenhang zwischen Flächengröße und Anlagenzahl, wobei die Einzelwerte deutlich streuen. Die auf den Flächen installierbare Anlagenzahl steigt jedoch insbesondere im Bereich unter 100 ha mit zunehmender Flächengröße zunächst etwas stärker an. Dies spiegelt den geringeren spezifischen Flächenbedarf kleiner Flächen wider.

Die einzelnen horizontalen Linien zeigen die Bandbreite an Flächengrößen, welche die gleiche Anzahl WEA zulassen. So wird beispielsweise die Installation von fünf WEA auf Flächengrößen zwischen 57 und 175 ha im Modell beobachtet. Hierbei ist zu erwarten, dass es sich bei der kleinsten Fläche eher um eine langgestreckte Fläche quer zur Hauptwindrichtung handelt, während die größeren Flächen eher eine kompakte Form aufweisen. Eventuell trägt zusätzlich eine Überlappung von Abstandsellipsen von benachbarten Flächen zu dem beobachteten hohen Flächenbedarf bei.

Abbildung 6 Anzahl der auf den Flächen installierbaren Windenergieanlagen mit 165 m



Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

4.2 Einfluss des Rotordurchmessers

Die Größe des Rotordurchmessers beeinflusst die Anzahl der WEA, die auf den Flächen platziert werden kann. Gleichzeitig steigt mit dem Rotordurchmesser (bei gleichbleibender spezifischer Flächenleistung) die Nennleistung der Anlagen.

Die Analysen zeigen, dass die insgesamt auf den Flächen installierbare Leistung mit zunehmendem Rotordurchmesser steigt (Tabelle 5). So lassen sich bei Errichtung von WEA mit 195 m Rotordurchmesser im Vergleich zu WEA mit 135 m Rotordurchmesser 11,4 GW bzw. 16,1 % mehr Leistung auf den untersuchten Flächen installieren, obwohl die effektiv bebaubare Fläche aufgrund der Abbildung von Rotor-in um 18,3 % kleiner ausfällt. Gegenüber der Referenzanlage mit 165 m Rotordurchmesser bewirken ein um 30 m kleinerer oder größerer

Rotordurchmesser eine Änderung der auf den Flächen platzierbaren Leistung um -7,9 % bzw. +7,0 %.

Tabelle 5 Auf den Flächen installierbare WEA-Leistung in Abhängigkeit des Rotordurchmessers

Rotordurchmesser	135 m	150 m	165 m	180 m	195 m
Anzahl WEA	17.017	14.317	12.363	10.700	9.471
Nennleistung bei 290 W/m ²	4,15 MW	5,12 MW	6,20 MW	7,38 MW	8,66 MW
Installierbare Leistung	70,6 GW	73,4 GW	76,7 GW	79,0 GW	82,0 GW
Veränderung Leistung ggü. 165 m Rotordurchmesser	- 7,9 %	- 4,3 %	-	+ 3,0 %	+ 7,0 %

Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

Aus der Größe der Einzelflächen und der auf den Flächen installierbaren WEA-Leistung lässt sich der spezifische Flächenbedarf ermitteln (Tabelle 6). Dieser Wert gibt an, wie viel (effektiv nutzbare) Fläche durchschnittlich für die Installation von einem MW WEA-Leistung benötigt wird. Wie aus den oben beschriebenen Zusammenhängen zu erwarten, reduziert sich der spezifische Flächenbedarf mit steigendem Rotordurchmesser von 4,0 auf 3,5 ha/MW bezogen auf die Ausgangsfläche bzw. von 2,7 auf 1,9 ha/MW bezogen auf die effektiv bebaubaren Flächen nach Abbildung von Rotor-in. Die Flächeneffizienz nimmt also mit zunehmendem Rotordurchmesser zu.

Tabelle 6 Spezifischer Flächenbedarf in Abhängigkeit des Rotordurchmessers

Rotordurchmesser	135 m	150 m	165 m	180 m	195 m
Installierbare Leistung	70,6 GW	73,4 GW	76,7 GW	79,0 GW	82,0 GW
Flächengröße ungepuffert	2.852 km ² (0,80 % der Bundesfläche)	2.852 km ² (0,80 % der Bundesfläche)	2.852 km ² (0,80 % der Bundesfläche)	2.852 km ² (0,80 % der Bundesfläche)	2.852 km ² (0,80 % der Bundesfläche)
Flächengröße nach Rotor-in	1.938 km ² (0,54 %)	1.833 km ² (0,51 %)	1.744 km ² (0,49 %)	1.647 km ² (0,46 %)	1.566 km ² (0,44 %)
Spezifischer Flächenbedarf in ha/MW (Gesamtfläche)	4,0	3,9	3,7	3,6	3,5
Spezifischer Flächenbedarf in ha/MW (bebaubare Fläche)	2,7	2,5	2,3	2,1	1,9

Quelle: Eigene Darstellung Fraunhofer IEE

5 Analyse von Rechtslage und Planungspraxis in den Ländern

Die vorstehenden Ausführungen zeigen die Bedeutung der Überschreitung raumordnerischer und bauleitplanerischer Grenzziehungen durch die Rotorblätter von WEA für die verfügbare Fläche und die installierbare Leistung auf. Im Rahmen der angekündigten Flächenvorgabe des Bundes muss daher geklärt werden, ob sich die jeweilige Vorgabe allein auf Flächen bezieht, auf denen die Türme von WEA unterzubringen sind („Rotor-out“) oder ob hier auch die Rotoren vollständig Platz finden müssen („Rotor-in“).

Die Notwendigkeit, diesen Aspekt bei der Ausgestaltung einer bundesrechtlichen Flächenvorgabe zu berücksichtigen, etwa im Rahmen von Vorschriften über die Anrechnung der Flächen auf die jeweilige Mengenvorgabe, wirft die Frage nach der gegenwärtigen Rechtslage auf. Schon heute stellt sich die vorgenannte Frage für Planungsträger auf den unterschiedlichen Ebenen der Gesamtplanung (Raumordnung und Bauleitplanung) und auch die Zulassungsebene muss sie immer dann beantworten, wenn die Zulassung von Windenergievorhaben an der Grenze einer Gebietsausweisung beantragt wird. Im Einzelnen soll deshalb nachfolgend betrachtet werden:

- ▶ Wie müssen Planungsträger und Zulassungsbehörden nach geltendem Recht mit der Frage der Überschreitung der raumplanerischen Grenzziehungen umgehen?
- ▶ Wie sieht die Planungspraxis in den Ländern aus, sofern es an einer bundeseinheitlichen Vorgabe fehlt?

Hierbei ist zwischen zwei Aspekten möglicher Unbestimmtheiten zu unterscheiden. Zum einen geht es um die Frage, für welche Bestandteile einer WEA die Grenzziehungen in Planwerken maßgeblich sind. Zum anderen geht es um die Frage, wann die Berührung einer Grenze oder ihr Überschreiten tatsächlich vorliegt. Für diesen zweiten Aspekt möglicher Unbestimmtheit ist davon auszugehen, dass es ein Problem der zeichnerischen Darstellung in analogen Planwerken darstellt, dessen Ausmaß von dem verwandten Darstellungsmaßstab einerseits und der verwandten Strichstärke andererseits abhängt. Regelmäßig existieren neben den formal verbindlichen Planwerken allerdings digitale Planfassungen, in denen sich die Lage der jeweiligen Grenzen auf Grundlage von GIS-Daten exakt auflösen lassen und die Ungenauigkeit einer analogen Linienführung entfällt.¹⁵

5.1 Vorgaben für die Bauleitplanung

Eine ausdrückliche Regelung der Frage, ob die Rotorblätter von WEA über die Grenzen von Baugebieten oder Bauflächen in Bebauungs- und Flächennutzungsplänen hinausragen dürfen, existiert im Baugesetzbuch 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.¹⁶ Dies hatte das Gericht in seiner Entscheidung ausdrücklich, wenn auch beiläufig und ohne Bedeutung für die konkrete Entscheidung, ausgesprochen. Das Gericht kontrastierte hiermit seine – positive – Antwort auf die im Fokus der Entscheidung stehende Frage, ob festgesetzte Baugrenzen nach § 23 Abs. 1, 3 BauNVO von den Rotoren von WEA überschritten werden dürften, sofern die Grenzen nicht ausdrücklich Geltung auch für die Rotoren solcher Anlagen beimessen. Anders als Baugrenzen sind die Baugebietsgrenzen auch von WEA danach insgesamt einzuhalten („Rotor-in“). Nur die Fläche innerhalb der Gebietsgrenzen ist nach § 1 Abs. 2 BauNVO für die Bebauung vorgesehen. Bebauung meint danach nicht nur die mit dem Erdboden unmittelbar verbundenen Teile eines Bauwerks, sondern auch solche Teile, die selbst über dem Erdboden liegen, aber über andere Teile des Bauwerks mit diesem verbunden sind. Ein Übertreten dieser Grenzen durch die Rotorblätter („Rotor-out“) stünde deshalb im Widerspruch zur Gebietsfestsetzung des Bebauungsplans und wäre deshalb nach § 30 Abs. 1 BauGB planungsrechtlich unzulässig.

¹⁵ Vgl. *Albrecht/Zschiegner*, Zeichnungsschärfe in der regionalplanerischen Standortsteuerung für Windkraftanlagen – was ist rechtliche zulässig?, UPR 2016, 171 (172).

¹⁶ BVerwG, Urt. v. 21.10.2004 – 4 C 3/04, juris Rn. 40.

Darüber hinaus wird überwiegend davon ausgegangen, dass auch die Grenzen von Bauflächen in Flächennutzungsplänen nicht von den Rotorblättern von WEA überstrichen werden dürfen.¹⁷ Auch dies wird aus der vorgenannten Entscheidung des Bundesverwaltungsgerichts geschlossen, das seine beiläufige Aussage begrifflich nicht auf die Bebauungsplanung beschränkte. Die maßgebliche Formulierung ist vielmehr allgemein auf die Bauleitplanung bezogen, die gem. § 1 Abs. 2 BauGB neben der Bebauungsplanung auch die Flächennutzungsplanung umfasst. Neben den Baugebieten werden ausdrücklich auch die Grenzen von Bauflächen benannt, die gem. § 5 Abs. 2 Nr. 1 BauGB, § 1 Abs. 1 BauNVO allein in Flächennutzungsplänen dargestellt werden können.¹⁸

Diese nicht näher begründete Gleichbehandlung der Grenzziehungen von Baugebieten auf Bebauungsplanebene einerseits und insbesondere von Bauflächen auf Flächennutzungsplanebene andererseits überrascht allerdings. Während die Grenzziehung bei Bebauungsplänen über § 30 Abs. 1 BauGB unmittelbare Bedeutung für die planungsrechtliche Zulässigkeit von Vorhaben hat, kommt den Grenzziehungen auf Flächennutzungsplanebene diese Bedeutung nicht bzw. nicht in einem absoluten Sinne zu. Die Darstellungen im Flächennutzungsplan sind ihrerseits grundsätzlich allein Entwicklungsgrundlage für nachfolgende Bebauungsplanungen und deshalb ohnehin Gegenstand einer auch räumlichen Konkretisierung.¹⁹ Auch soweit konzentrierende Darstellungen von Sonderbauflächen für Windenergievorhaben in Flächennutzungsplänen mit den Ausschlusswirkungen nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB auf die Zulassungsebene durchschlagen und somit unmittelbare Grundlage von Zulassungsentscheidungen werden, muss den Grenzziehungen der Darstellungen keine absolute Wirkung zugemessen werden. Die Zulässigkeit von WEA als sog. privilegierte Vorhaben richtet sich hier nach § 35 Abs. 1 Nr. 5, Abs. 3 BauGB. Die Ausschlusswirkung, die nach § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB auch privilegierten Vorhaben außerhalb der Konzentrationszonen entgegengehalten werden kann und damit dem Übertreten der Grenzziehungen durch die Rotorblätter entgegenstehen könnte, wirkt aber auch hiernach nur „in der Regel“. Zumindest einzelne Behörden und Gerichte hatten in der Vergangenheit hierauf beziehend ein Übertreten der Gebietsgrenzen durch die Rotorblätter als Regelausnahme von § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB zugelassen.²⁰ Auf diese Weise wird die Bedeutung von Grenzziehungen auf Flächennutzungsplanebene im Einzelfall relativiert und damit die durch die Aussage des Bundesverwaltungsgerichts verdeckten Unterschiede zwischen beiden Ebenen offengelegt.

5.2 Vorgaben für die Raumordnung

Im Kontrast zu der Rechtslage bzw. Rechtsauffassung hinsichtlich der Bauleitplanung wird für die Raumordnungsplanung überwiegend davon ausgegangen, dass insoweit eine einheitliche Vorgabe nicht existiert.²¹ Eine Entscheidung des VG Hannover,²² welche die Äußerung des Bundesverwaltungsgerichts auch auf die Raumordnungspläne übertragen wollte, ist vereinzelt geblieben. Dem entspricht es, dass hier zwischen den Ländern, aber teils auch innerhalb der Länder eine unterschiedliche Planungspraxis beobachtet werden kann.²³

¹⁷ 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.

¹⁸ BVerwG, Urt. v. 21.10.2004 – 4 C 3/04, juris Rn. 40.

¹⁹ BVerwGE 48,70; *Mitschang*, in: Battis/Krautzberger/Löhr, BauGB, 15. Aufl. 2022, § 8 Rn. 3; *Schrödter/Möller*, in: Schrödter, BauGB, 9. Aufl. 2019, § 8 juris Rn. 14.

²⁰ VG Augsburg, Urt. v. 31.07.2015 – 4 A 1052/10, juris Rn. 43.

²¹ Vgl. OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 94.

²² VG Hannover, Urt. v. 22.11.2011 – 4 A 1052/10, juris Rn. 43.

²³ Hierzu sogleich unter 5.4.

Soweit ersichtlich beruht die unterschiedliche Praxis in den Ländern nicht ihrerseits auf unterschiedlichen landesgesetzlichen Regelungen. Auch Leitfäden in den Ländern zu den Planzeichen der Raumordnung machen hier regelmäßig keine Vorgaben.²⁴ Die diesbezügliche Zurückhaltung wird vielmehr mit der Notwendigkeit gerechtfertigt, nachfolgenden Planungsebenen einen Konkretisierungsspielraum zu belassen, mithin insbesondere nicht unzulässig in die kommunale Planungshoheit überzugreifen.²⁵ Insoweit bleibt es regelmäßig den Planungsträgern der Regionalplanung überlassen, festzulegen, welche Bedeutung den Gebietsgrenzen beispielsweise von Vorranggebieten für Windenergienutzungen zukommt.

Hiervon abweichend hat allerdings das OVG Lüneburg jüngst entschieden, dass trotz dieser grundsätzlichen Freiheit der Planungsträger auf Raumordnungsebene bei Fehlen einer gegenteiligen Äußerung des Planungsträgers davon auszugehen ist, dass sich die Rotorblätter innerhalb der Gebietsgrenzen halten müssen. In Übertragung der Rechtslage auf Bauleitplanungsebene soll dieser Fall („Rotor-in“) nach dem OVG Lüneburg auch für die Raumordnung den nicht weiter begründungsbedürftigen Normalfall darstellen.²⁶ Sollte dagegen eine Überschreitung der Gebietsgrenzen zugelassen werden („Rotor-out“), müsse dies eigens angeordnet werden, um die notwendige Bestimmtheit der zielförmigen Gebietsfestlegungen zu gewährleisten.²⁷

Hiernach müsste stets eindeutig feststehen, welche Regelung im jeweiligen Raumordnungsplan gilt. Die Zulässigkeit oder Unzulässigkeit des Überschreitens der Gebietsgrenzen durch die Rotorblätter muss dann auch nach geltendem Recht bereits in Einklang mit der Vorgabe sein, dass der Windenergie substantiell Raum verschafft werden muss, sowie auch mit dem vom Planungsträger selbst zugrunde gelegten Planungskonzept. Sofern ein Überschreiten der Gebietsgrenzen zugelassen wird, muss dies zudem bei der Bestimmung der Lage der Gebietsgrenzen berücksichtigt werden, da hiervon abhängig ist, ob bspw. notwendige Schutzabstände zu Siedlungs- oder Naturschutzgebieten oder auch zu Tiefflugstrecken der Bundeswehr noch eingehalten werden können.

5.3 Konsequenzen für die Zulassungsebene

Anders als der vom OVG Lüneburg formulierte Rechtssatz, spiegelt die Praxis auf Zulassungsebene in vielen Fällen wider, dass die Frage der Zulässigkeit oder Unzulässigkeit einer Überschreitung zeichnerischer Grenzen aktuell jedoch 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.²⁸ Hinsichtlich raumordnerischer Gebietsfestlegungen wird bei Fehlen klarer Aussagen wohl auch schlicht von Spielräumen für die Zulassungsebene ausgegangen, die dann genutzt werden können, um ein

²⁴ Vgl. Niedersächsischer Landkreistag, Planzeichenkatalog, Arbeitshilfe, Stand: März 2021, S. 8, wo aber festgehalten wird, dass der rahmensetzende und überörtliche Charakter der Festlegungen zu wahren sei und bei dem verwendeten Darstellungsmaßstab eine Parzellenschärfe nicht erreicht würde und nicht erreicht werden dürfe. Eine förmliche Bindungswirkung des Leitfadens besteht jedoch nicht.

²⁵ Vgl. hierzu *Albrecht/Zschiegner*, Zeichnungsschärfe in der regionalplanerischen Standortsteuerung für Windkraftanlagen – was ist rechtlich zulässig?, UPR 2016, 171 (179), die eine Verletzung der Planungshoheit der Gemeinden durch parzellenscharfe Auweisungen mit den Wirkungen des § 35 Abs. 3 S. 3 BauGB im Ergebnis aber nicht annehmen und sich für parzellenscharfe Gebietsfestlegungen aussprechen. Mit dieser Tendenz auch *Gatz*, Windenergieanlagen in der Verwaltungs- und Gerichtspraxis, 3. Aufl. 2019, Rn. 185.

²⁶ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 94

²⁷ OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 97, das hier auf § 3 Abs. 1 Nr. 2 ROG verweist und den Aspekt der räumlichen Bestimmtheit der Definition von Zielen der Raumordnung als Rechtmäßigkeitsanforderung versteht.

²⁸ Siehe noch einmal VG Augsburg, Urt. v. 31.07.2015 – 4 A 1052/10, juris Rn. 43.

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.²⁹ 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.

In diesen Konstellationen wirken vielfach mithin weniger die im doppelten Sinne unbestimmten Grenzziehungen der Planausweisungen begrenzend als vielmehr die auch auf Zulassungsebene zu beachtenden Abstände zu verschiedenen Schutzgütern. Ein Berühren oder Überschreiten von Grenzziehungen ist danach überall dort nicht möglich, wo für diesen Fall ein gebotener Schutzabstand nicht mehr eingehalten werden würde.³⁰

5.4 Planungspraxis in den Ländern

Die vorstehenden Überlegungen spiegeln sich auch in der Planungspraxis in den Ländern wider, die auf Raumordnungsebene Unterschiede zwischen, aber auch innerhalb der Länder beim Umgang mit der Zulässigkeit der Überschreitung der Gebietsgrenzen durch die Rotorblätter von WEA aufweisen.³¹ So gibt es sowohl Länder, in denen eine Überschreitung der Gebietsgrenzen generell unzulässig ist (u. a. Brandenburg, Nordrhein-Westfalen, Rheinland-Pfalz, Schleswig-Holstein und Thüringen) als auch Länder, in denen eine Überschreitung der Gebietsgrenzen grundsätzlich zulässig ist (u. a. Hessen und Mecklenburg-Vorpommern). In Sachsen-Anhalt wird ganz überwiegend ein Übertreten der Gebietsgrenzen zugelassen, während eine Planungsregion dies explizit ausschließt. In Sachsen ist die Situation genau umgekehrt, d. h. lediglich eine der vier Planungsregionen lässt ein Übertreten der Gebietsgrenzen explizit zu. Uneinheitlichkeit zeigt sich in dieser Frage auch in Baden-Württemberg und in Niedersachsen.

6 Zusammenfassung und Schlussfolgerung

Die vorliegende Kurzanalyse zeigt, dass der einer Flächenkulisse zu Grunde liegende Planungsansatz einen erheblichen Einfluss auf die für die Windenergie verfügbare Fläche hat. Muss der Rotor innerhalb der ausgewiesenen Flächenkulisse liegen (Rotor-in), beträgt der Flächenanteil, auf dem der Turmfuß entsprechend einer Rotor-out-Planung platziert werden kann, bei der hier betrachteten Referenzanlage mit 165 m Rotordurchmesser ca. 60 % der Ausgangsfläche. Anders herum bedeutet dies, dass unter Annahme derselben Referenzanlage eine Rotor-in-Flächenkulisse 67 % größer gewählt werden muss, um dieselbe verfügbare Fläche wie eine Rotor-out-Planung für die Windenergie bereitzustellen. **Bei der Festlegung eines Flächenziels, wie aktuell im geplanten Windflächenbedarfsgesetz (WindBG) vorgesehen, ist somit zwingend zwischen Flächen mit Rotor-in- und Flächen mit Rotor-out-Planung zu unterscheiden.**

Die Flächengröße einer Windfläche beeinflusst die Auswirkung der Pufferung nach innen auf die verbleibende Fläche stark. Bei einer kleinen Fläche wirkt sich die Umrechnung von Rotor-in zu Rotor-out deutlich stärker auf die verbleibende Fläche aus. Daher ist bei strukturellen

²⁹ Hierzu *Albrecht/Zschiegner*, Zeichnungsschärfe in der regionalplanerischen Standortsteuerung für Windkraftanlagen – was ist rechtliche zulässig?, UPR 2016, 171 (172).

³⁰ Vgl. auch insoweit OVG Lüneburg, Urt. v. 08.02.2022 – 12 KN 51/20, juris Rn. 97.

³¹ Die nachfolgende Zusammenstellung basiert teils auf Auskünften von VertreterInnen der zuständigen Landesministerien und teils auf Auskünften direkt aus den Planungsregionen. Ergänzend wurden auch Pläne nach entsprechenden Aussagen ausgewertet.

Unterschieden der Flächengröße der ausgewiesenen Windflächen zwischen verschiedenen Planungsregionen und Bundesländern eine Abweichung des durchschnittlichen Effekts zu erwarten. **Wird ein Flächenziel als Rotor-out-Ziel definiert, sollte eine Umrechnung der ausgewiesenen Flächenkulisse die Flächengröße berücksichtigen.**

Die auf den Flächen platzierbare WEA-Leistung ist bei einer Rotor-in-Planung im Vergleich zu einer Rotor-out-Planung für die betrachtete Referenzanlage mit 165 m Rotordurchmesser ca. 23 % geringer. Der Wert nimmt mit steigendem Rotordurchmesser zu. Er beträgt bei 130 m Rotordurchmesser 21 % und bei 190 m Rotordurchmesser 27 %. Die 2015 auf Basis einer Untersuchung von 14 Einzelflächen ermittelten Werte lagen bei 120 m Rotordurchmesser bei ca. 19 % und bei 140 m Rotordurchmesser bei ca. 23 %³². Die aktuelle Untersuchung bestätigt somit auf Basis einer aktuellen, umfassenden Flächenkulisse die Ergebnisse der Untersuchung aus 2015 und zeigt auf, dass der Effekt auf die Leistung bei aktuellen und zukünftig weiter steigenden Rotordurchmessern höher liegt und weiter zunimmt.

Mit steigender Flächengröße steigt die auf den Flächen installierbare Anlagenzahl und somit auch die Leistung. Neben der Flächengröße beeinflussen jedoch noch weitere Faktoren wie Zuschnitt und Ausrichtung der Fläche zur Hauptwindrichtung die installierbare Anlagenanzahl. Entsprechend kann die erforderliche Fläche für die Errichtung einer bestimmten Anzahl WEA stark schwanken. Ein Flächenziel kann somit nicht aus klimapolitischer Sicht erforderliche Leistungs- bzw. Ertragsziele ersetzen, es kann jedoch die Grundlage für eine ausreichende Flächenverfügbarkeit zur Erreichung dieser Ziele bilden. **Bei einer durchschnittlichen Verteilung der Flächengrößen und -formen ist zudem damit zu rechnen, dass eine Steuerung des erforderlichen Ausbaus ebenfalls über ein Flächenziel erreicht werden kann.**

Der angelegte Rotordurchmesser wirkt sich nur gering auf die Umrechnung der Flächenkulisse insgesamt aus. Der Einfluss des Rotordurchmessers auf die verbleibende Fläche ist dabei abhängig von der Flächengröße. Während der Effekt bei großen Flächen auch bei Abweichungen von 30 m Rotordurchmesser sehr gering ist, wirkt sich die Wahl des Rotordurchmessers bei sehr kleinen Flächen stark aus.

Die auf den Flächen installierbare WEA-Leistung wird ebenfalls durch den Rotordurchmesser beeinflusst. Obwohl der effektiv bebaubare, verbleibende Flächenanteil mit steigendem Rotordurchmesser zunehmend kleiner wird, steigt die auf den Flächen installierbare Leistung, wenn gleichzeitig die Generatorleistung bei gleichbleibender spezifischer Flächenleistung zunimmt. Bei einem um 30 m kleineren Rotordurchmesser sinkt die auf den Flächen installierbare Leistung um 7,9 % gegenüber der Referenzanlage während bei einem um 30 m größeren Rotordurchmesser die installierbare Leistung um 7,0 % zunimmt. Die Flächeneffizienz steigt entsprechend und überkompensiert die kleineren effektiv bebaubaren Flächen. Dies bedeutet, dass sich aufgrund fortschreitender Technologieentwicklung steigende Anlagengrößen unter den berücksichtigten Randbedingungen eher vorteilhaft für die Erreichung eines Leistungsziels auswirken. **Die Erreichbarkeit eines (hinter einem Flächenziel stehenden) Leistungsziels wird somit auch bei einer Rotor-in-Planung durch zunehmende Anlagengrößen nicht eingeschränkt.**

Die Untersuchung zeigt, dass eine Rotor-in-Planung die Verfügbarkeit einer Flächenkulisse stark einschränkt. Der Effekt variiert in Abhängigkeit von Flächengröße, Flächenform und Rotordurchmesser, ist jedoch immer stark ausgeprägt. Die durchschnittliche verbleibende Fläche der betrachteten, aktuellen Flächenkulisse beträgt ca. 60 %. Die reduzierte Fläche liegt

³² Vgl. DEWI, Klimaschutzagentur Region Hannover (2015): Rotorblattspitze innerhalb oder außerhalb der Konzentrationszone: Welchen Einfluss hat dies auf den Flächenbedarf einer Windenergieanlage?

somit bei ca. 40 %. **Zur Festlegung eines Flächenziels muss sich der Gesetzgeber daher zwingend mit dem Effekt auseinandersetzen und zum Monitoring der Zielerreichung ein klares Vorgehen zur Ermittlung entsprechender Abschläge bei einer Rotor-in-Planung in den geplanten gesetzlichen Regelungen verankern.**