

Nutzbarkeit der Wind-Vorranggebiete in Schleswig-Holstein in Abhängigkeit von der Größe der Windenergieanlagen

Eine Studie im Auftrag des
Bundesverband WindEnergie e.V. Landesverband Schleswig-Holstein

Juni 2022

Dr. Carsten Pape (carsten.pape@iee.fraunhofer.de)
David Geiger (david.geiger@iee.fraunhofer.de)
Mirjam Stappel (mirjam.stappel@iee.fraunhofer.de)

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE
Joseph-Beuys-Straße 8
34117 Kassel
Tel: +49 561 7294-265
www.iee.fraunhofer.de

Finanziert durch:



Abbildungsverzeichnis	4
Tabellenverzeichnis	4
1 Einleitung	6
2 Methodik	9
2.1 Technologieentwicklung	9
2.2 Datenbasis	12
2.3 GIS-Analysen	14
2.4 Leistungsermittlung	17
3 Ergebnisse	20
3.1 Auswirkungen von Rotor-in	20
3.2 Auswirkungen von 5H/3H	22
3.3 Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in	24
3.4 Installierbare Leistung bis 2025 / 2030 bei Berücksichtigung des Anlagenbestands	26
4 Diskussion der Ergebnisse / Fazit	28
5 Literatur	31
6 Anhang	32
6.1 Harte Tabukriterien	32
6.2 Weiche Tabukriterien	32

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Vergleich zwischen Rotor-in und Rotor-out in Bezug auf die effektiv nutzbare Fläche.	7
Abbildung 2: Schematische Darstellung für 5H – Windenergieanlagen müssen die fünffache Gesamthöhe (5H) als Abstand zu Gebäuden mit Wohnnutzung im Innenbereich einhalten.	7
Abbildung 3: Entwicklung des durchschnittlichen Rotordurchmessers der Windenergieanlagen über die Zeit und angenommene Referenzanlagen. Datenbasis: Fachagentur-Wind / Marktstammdatenregister.	10
Abbildung 4: Entwicklung der Gesamthöhe der Windenergieanlagen über die Zeit und angenommene Referenzanlagen.	11
Abbildung 5: Technologieannahmen für Schleswig-Holstein für die durchgeführten Analysen.	11
Abbildung 6: DIBt Windlastzonen in Schleswig-Holstein. (DIBt-Windlastzonen / © GeoBasis-DE / BKG (2021, Daten verändert))	12
Abbildung 7: Ermittlung der effektiv bebaubaren Flächen (grün) durch Abbildung von Rotor-in und 5H/3H im GIS. (Hintergrund: OpenStreetMap-Mitwirkende).	15
Abbildung 8: Anlagenplatzierung auf die verbleibende, effektiv bebaubare Fläche nach Rotor-in und 5H/3H.	18
Abbildung 9: Vorgehen für die Ermittlung der verfügbaren Fläche für einen Zubau moderner Windenergieanlagen.	19
Abbildung 10: Effekt von Rotor-in auf die effektiv bebaubare Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.	21
Abbildung 11: Auswirkungen von Rotor-in auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.	22
Abbildung 12: Auswirkungen von 5H/3H auf die effektiv bebaubare Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.	23
Abbildung 13: Auswirkungen von 5H/3H auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit von der Gesamthöhe.	24
Abbildung 14: Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in auf die effektiv bebaubare Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.	25
Abbildung 15: Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.	26

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Anlagenparameter für die Analyse unterschiedlicher Rotordurchmesser.	16
Tabelle 2: Anpassung der Restriktionsflächen an Windenergieanlagen unterschiedlicher Gesamthöhe durch zusätzliche Pufferung im GIS.	16
Tabelle 3: Erzielbare Leistung bis 2025 und 2030	27

1 Einleitung

Die fortschreitende globale Klimaerwärmung erfordert eine Substitution von fossilen Energieträgern durch den Ausbau der erneuerbaren Energien. Hierbei weisen die Energieträger Wind und Solar die höchsten Potenziale bei gleichzeitig geringsten Stromgestehungskosten auf. Der Koalitionsvertrag 2021 der Ampelregierung sieht vor, mindestens 2% der Landesflächen für den Ausbau der Windenergie bereitzustellen.

Das Land Schleswig-Holstein hat – als das Bundesland mit der besten Windressource – im Dezember 2020 Vorranggebiete für die Windenergie mit Wirkung von Eignungsgebieten für die drei Planungsregionen nach einem Verfahren von über fünf Jahren Dauer rechtskräftig ausgewiesen. Während bundesweit aktuell nur circa 0,8% des Bundesgebiets für die Windenergienutzung ausgewiesen sind [Bons et al., 2019], umfassen die Gebietsausweisungen in Schleswig-Holstein 2,04 % der Landesfläche. Damit ist Schleswig-Holstein im Ländervergleich das Bundesland mit dem höchsten Flächenanteil für die Windenergie, gefolgt von Hessen mit einem Flächenanteil von ca. 1,8 %.

Bei der Ermittlung geeigneter Flächen für die Windenergie wurde in Schleswig-Holstein jedoch eine Referenzanlage zugrunde gelegt, die nicht mehr dem heutigen Stand der Technik entspricht, sondern vielmehr die durchschnittlichen Zubau-Windenergieanlagen um 2015/16 abbildet. Die Referenzanlage weist eine Nabenhöhe von 100 m sowie einen Rotordurchmesser von 100 m auf, sodass sich die Gesamthöhe auf 150 m beläuft. Als Nennleistung wurden 3,0 bzw. 3,2 MW angesetzt, was einer spezifischen Flächenleistung von 382 bzw. 407 W/m² entspricht.

Die regulativen Rahmenbedingungen für die Genehmigung und Errichtung weisen jedoch zwei Aspekte auf, die bedingen, dass die Nutzbarkeit der Flächen für die Windenergie abhängig von der Größe der Windenergieanlagen ist.

Dies ist einerseits die Vorgabe, dass sich das Rotorblatt der Anlage vollständig innerhalb der Gebietsgrenze befinden muss, also nicht über die Gebietsgrenze hinausragen darf. Diese, im Folgenden als „Rotor-in“ bezeichnete Vorgabe, wird bundesweit bei zahlreichen Gebietsanweisungen auf Regionalplanebene sowie bei fast allen Ausweisungen auf Bauleitplanebene angewendet. Sofern ein Übertreten der Gebietsgrenzen durch die Rotorblätter zulässig ist, wird dies analog als „Rotor-out“ bezeichnet, was beispielsweise in Bundesländern wie Hessen und Mecklenburg-Vorpommern sowie diversen weiteren Planungsregionen praktiziert wird.

Abbildung 1 zeigt die Unterschiede zwischen Rotor-in und Rotor-out in Bezug auf die effektiv nutzbare Fläche. Während sich bei einer Rotor-out Planung üblicherweise lediglich der Turmfuß der Windenergieanlage vollständig innerhalb der Gebietsgrenze befinden muss, ist es bei einer Rotor-in Planung erforderlich, dass die Windenergieanlage um einen Rotorradius in die Fläche einrückt. Bei großen, modernen Windenergieanlagen mit 150 m Rotordurchmesser bedeutet dies ein Einrücken um 75 m.

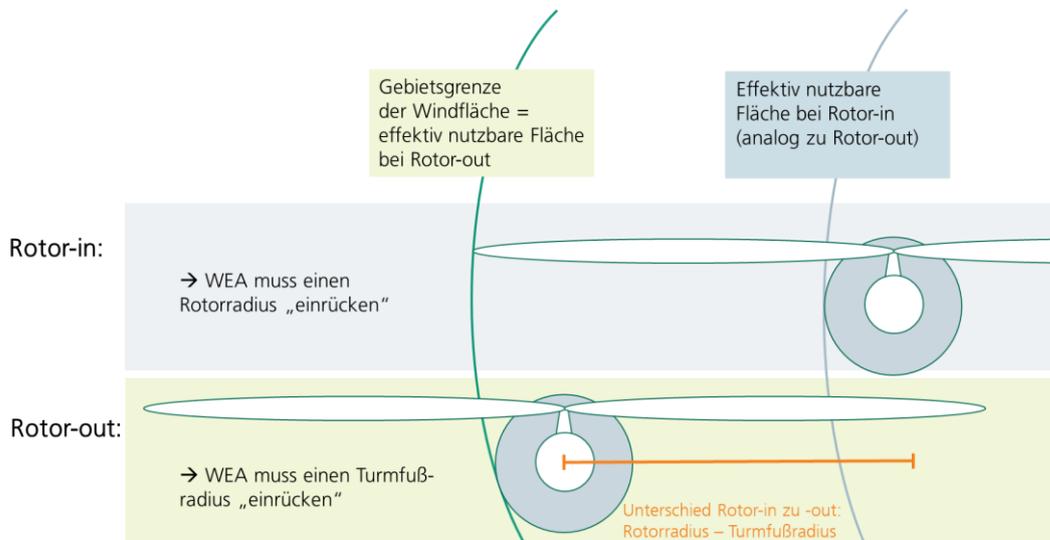


Abbildung 1: Vergleich zwischen Rotor-in und Rotor-out in Bezug auf die effektiv nutzbare Fläche.

Als weitere regulative Vorgabe ist für Schleswig-Holstein spezifisch, dass nur solche Windenergieanlagen genehmigungsfähig sind, die 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 (vgl. Abbildung 2). Diese Vorgabe wird im Folgenden kurz als „5H/3H“ bezeichnet.

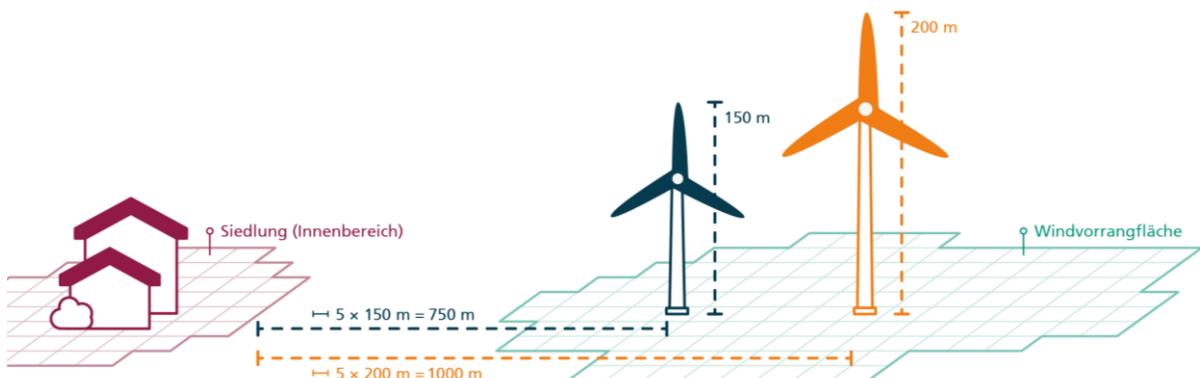


Abbildung 2: Schematische Darstellung für 5H – Windenergieanlagen müssen die fünffache Gesamthöhe (5H) als Abstand zu Gebäuden mit Wohnnutzung im Innenbereich einhalten.

Die Regelung ist also grundlegend vergleichbar zu der viel kritisierten 10H Regelung in Bayern, nur, dass in Schleswig-Holstein lediglich der fünffache Abstand zu Wohngebäuden im Innenbereich einzuhalten ist. Zwar sind die Windenergieanlagen an der Küste deutlich niedriger, und somit die einzuhaltenden absoluten Abstände weniger als halb so groß, jedoch ist Schleswig-Holstein im Vergleich zu Bayern deutlich zersiedelter. Dies ist insbesondere auch daher relevant, da zu jedem Einzelgebäude mit Wohnnutzung im Außenbereich ein Abstand der dreifachen Gesamthöhe einzuhalten ist (3H). Durch die hohe Anzahl landwirtschaftlicher Betriebe mit angeschlossenen

Wohngebäude resultiert aus dieser Regelung eine erhebliche Einschränkung der für die Windenergienutzung verfügbaren Fläche.

Die 5H/3H-Vorgabe wurde bei den Gebietsausweisungen für die bei der Planung angenommene Referenzanlage bereits berücksichtigt, d.h. diese Regelung stellt bei gleichzeitiger Anwendung von Rotor-in keine zusätzliche Einschränkung der Nutzbarkeit der Gebietsausweisungen dar. Dies trifft jedoch nur dann zu, wenn die geplanten Windenergieanlagen keine größeren Dimensionen aufweisen als die Referenzanlage der Regionalplanung. Dahingegen weisen die aktuell verbauten und genehmigten Windenergieanlagen deutlich größere Dimensionen auf. Das aktuelle Referenzertragssystem des EEG stellt große Anlagen wirtschaftlich besser, während kleine Windenergieanlagen in der Dimension der Referenzanlage der Regionalplanung aktuell vom Markt genommen werden.

Das im Rahmen des Koalitionsvertrags 2017-2022 kommunizierte Ziel der Landesregierung sieht vor, ausreichend Flächen bereitzustellen, um eine installierte Windenergieleistung von 10 GW bis 2025 zu ermöglichen. Dass dieses Ziel unter den getroffenen Annahmen erreichbar ist, wurde durch eine vom Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung (MELUND) beauftragte Studie durch Guidehouse und Fraunhofer IEE bereits bestätigt [Bons & Pape 2021]. Hierbei wurde jedoch die oben erwähnte Referenzanlage mit 100 m Rotordurchmesser und 150 m Gesamthöhe zugrunde gelegt und nicht betrachtet, wie sich die Größe der Windenergieanlagen auf die Zielerreichung auswirkt.

Ziel der Analysen ist es, die tatsächlich nutzbare Fläche sowie die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit von der Größe der zu errichtenden Windenergieanlagen zu ermitteln und die Auswirkungen der genannten Regelungen in den aktuellen politischen Rahmen einzuordnen.

2 Methodik

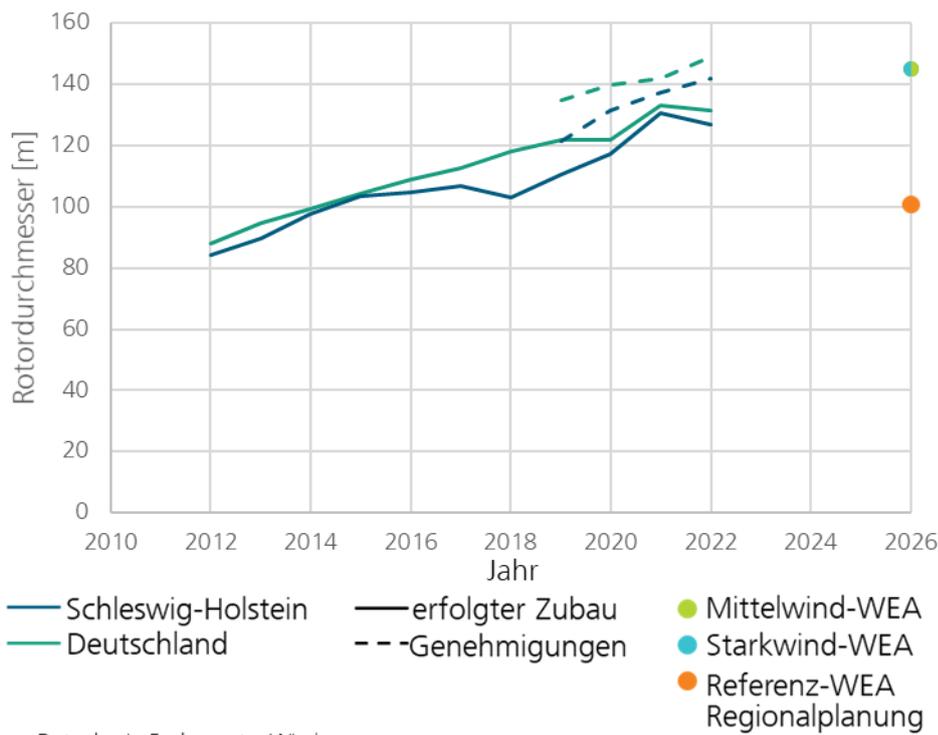
Es werden zunächst Annahmen zur Technologieentwicklung der Windenergieanlagen getroffen und Referenzanlagen festgelegt. Anschließend wird für die Parameter der Referenzanlagen im Geoinformationssystem abgebildet, was dies für die Nutzbarkeit der Vorranggebiete bedeutet und mithilfe einer Anlagenplatzierung die auf den Flächen platzierbare Anlagenleistung bestimmt.

2.1 Technologieentwicklung

Windenergieanlagen sind in den vergangenen Jahren immer grösser und leistungsfähiger geworden. Mit der Zunahme der Größe sanken auch die Stromgestehungskosten, was sich in den Vergütungen der letzten Ausschreibungsrunden widerspiegelt. Die durchschnittliche im ersten Quartal 2022 in Deutschland genehmigte Windenergieanlage weist einen Rotordurchmesser von 149 Metern bei einer Nennleistung von durchschnittlich 5,1 MW auf. Die durchschnittliche Nabenhöhe beträgt dabei 148 Meter, sodass sich die Gesamthöhe im Mittel auf 222,5 Meter beläuft. Windenergieanlagen in Schleswig-Holstein zeichneten sich in der Vergangenheit durch vergleichsweise geringe Gesamthöhen aus. Dies lässt sich dadurch erklären, dass der untere Rotordurchlauf der Windenergieanlagen, also der Abstand zwischen Rotorblattspitze und der Geländeoberfläche in Schleswig-Holstein geringer ausfällt als im Bundesvergleich. Während Windenergieanlagen im Binnenland sich meist durch eine höhere Nabenhöhe auszeichnen, um höhere Windgeschwindigkeiten in bodenfernen Windschichten zu erschließen, steigt die Windgeschwindigkeit aufgrund der geringeren Geländerauhigkeit in Küstennähe mit zunehmender Höhe weniger stark an.

Die Parameter Rotordurchmesser und Gesamthöhe (Summe aus Nabenhöhe und Rotorradius) der bei der Modellierung angenommenen Referenz-Windenergieanlagen wurde anhand einer Auswertung des historischen Zubaus sowie der aktuell bereits genehmigten aber noch nicht errichteten Windenergieanlagen vorgenommen.

Abbildung 3 zeigt den durchschnittlichen Rotordurchmesser der Windenergieanlagen in Deutschland (grün) und Schleswig-Holstein (blau) der im Zeitraum 2012 bis 2022 zugebauten Windenergieanlagen (durchgezogene Linie). Weiterhin sind die Rotordurchmesser der genehmigten Anlagen als gestrichelte Linie für 2019 bis 2022 dargestellt. Da deren Inbetriebnahme ca. 2-3 Jahre versetzt erfolgen wird, ist es hilfreich, sich die gestrichelten Linien um 2-3 Jahre nach rechts verschoben vorzustellen, was dann einer Extrapolation des bisherigen Zubaus recht nahekommt. Zusätzlich zum historischen Zubau und den Genehmigungen sind die für die Modellierung angenommenen Referenzanlagen als grüne und blaue Punkte dargestellt, sowie ergänzend die Referenz-Windenergieanlagen der Regionalplanung als orangener Punkt. Für die Modellierungen sollen die Referenzanlagen den durchschnittlichen Zubau zwischen heute und dem Jahr 2030 abbilden. Daher werden die Referenzanlagen für das Jahr 2026 in der Abbildung dargestellt. Es fällt auf, dass die Referenzanlage der Regionalplanung mit 100 m Rotordurchmesser mittlerweile deutlich zu klein dimensioniert ist, während die angenommenen Referenzanlagen dieser Studie eine plausible Extrapolation der bisherigen Technologieentwicklung darstellen, eventuell eher noch etwas konservativ abgebildet sind.



Datenbasis: Fachagentur Wind

Abbildung 3: Entwicklung des durchschnittlichen Rotordurchmessers der Windenergieanlagen über die Zeit und angenommene Referenzanlagen. Datenbasis: Fachagentur-Wind / Marktstammdatenregister.

Analog zur Darstellung des Rotordurchmessers ist in Abbildung 4 die Gesamthöhe der in Betrieb genommenen und genehmigten Windenergieanlagen dargestellt. Im Vergleich zur durchschnittlichen Konfiguration der Windenergieanlagen in Deutschland, zeichnen sich die Anlagen in Schleswig-Holstein durch eine, in Relation zum Rotordurchmesser, geringere Nabenhöhe aus, sodass entsprechend der sogenannte untere Rotordurchlauf, also der minimale Abstand der Rotorblattspitze zum Grund, kleiner ist als der bundesweite Durchschnitt. Dies lässt sich auf das für küstennahe Flachlandstandorte typische Höhenprofil des Windes zurückführen. Während Starkwindanlagen im bundesdurchschnitt einen unteren Rotordurchlauf von ca. 50 m aufweisen, wird für die nachfolgenden Analysen ein Wert von 35 m für die Starkwindanlagen in Schleswig-Holstein angenommen, während die Mittelwindanlage mit einem Abstand zwischen unterer Rotorblattspitze und Grund von 50 m angenommen wird.

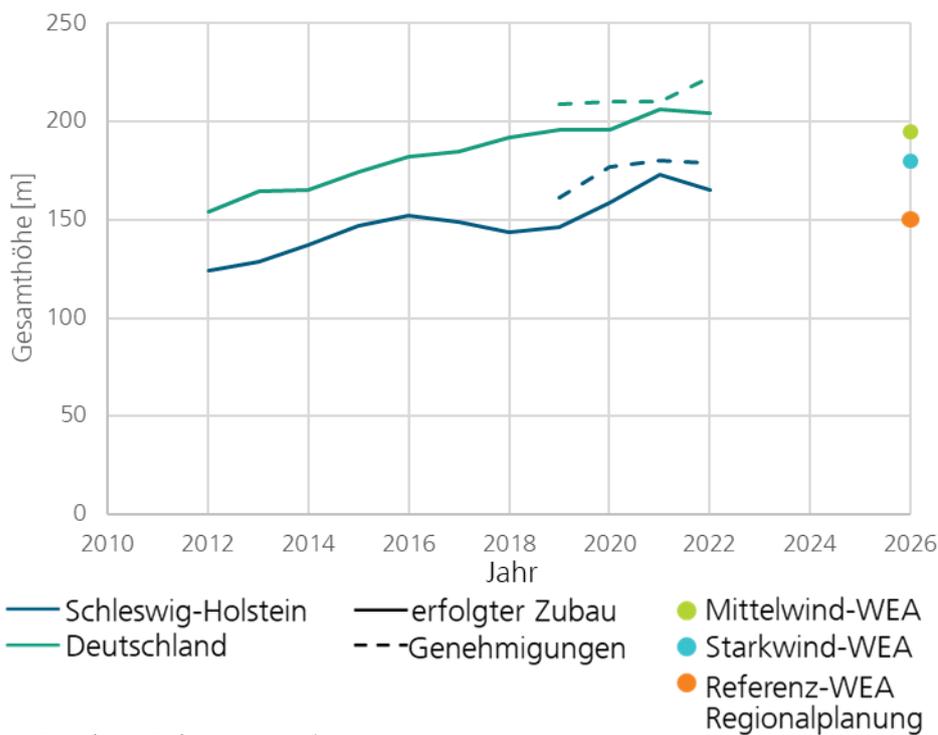


Abbildung 4: Entwicklung der Gesamthöhe der Windenergieanlagen über die Zeit und angenommene Referenzanlagen.

Abbildung 5 zeigt die für die Analysen berücksichtigten Referenz-Windenergieanlagen. Dabei wird in Abhängigkeit vom Standort zwischen einer Starkwind- und einer Mittelwind-Windenergieanlage unterschieden (s.u.).

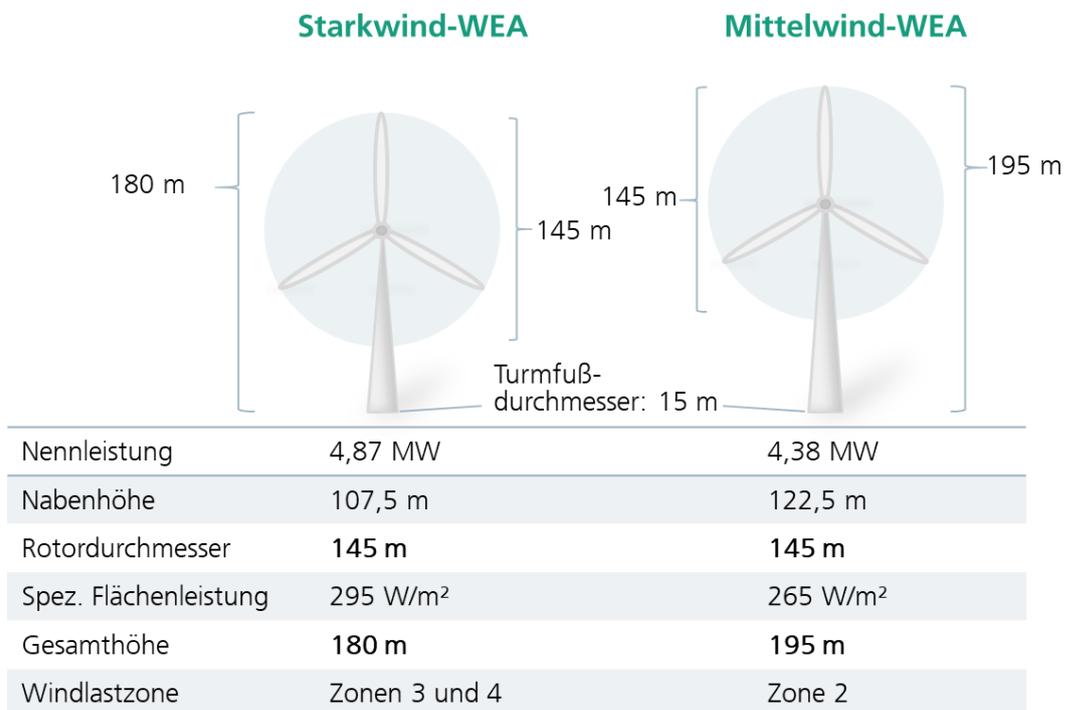


Abbildung 5: Technologieannahmen für Schleswig-Holstein für die durchgeführten Analysen.

Während (vereinfachend) für beide Anlagenklassen ein Rotordurchmesser von 145 m angenommen wird, unterscheiden sich die Anlagen in der Höhe des Turms und damit in der Gesamthöhe sowie dem unteren Rotordurchlauf. Weiterhin wird für die Starkwindanlage mit 295 W/m^2 eine höhere spezifische Flächenleistung angenommen als für die Mittelwindanlage (265 W/m^2), was entsprechend in unterschiedlichen Nennleistungen resultiert. Für eine Festlegung, wo welche Anlagenklassen bei den Modellierungen abgebildet werden, werden die DIBt-Windlastzonen berücksichtigt. Es wird ein Zubau von Starkwind-Windenergieanlagen in den DIBt-Zonen 3 und 4 angenommen, während die Mittelwind-Windenergieanlage in Windlastzone 2 verortet wird (vgl. Abbildung 6).

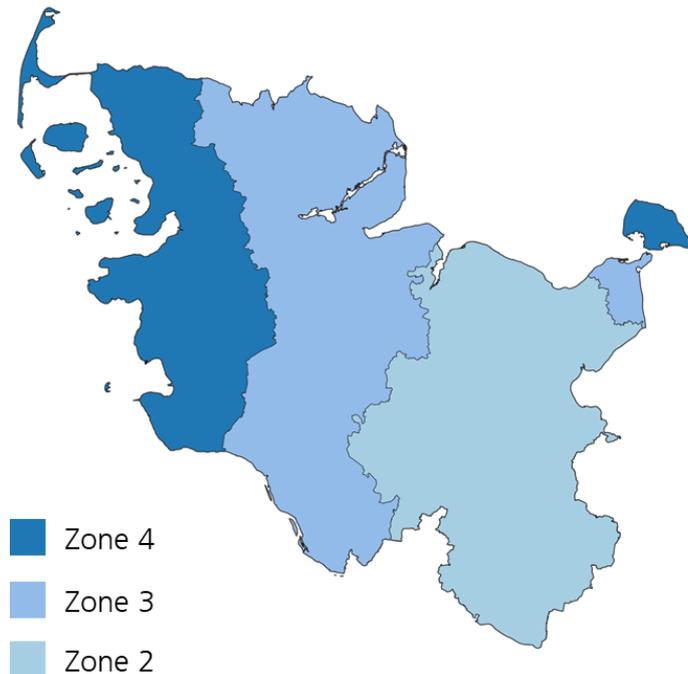


Abbildung 6: DIBt Windlastzonen in Schleswig-Holstein. (DIBt-Windlastzonen / © GeoBasis-DE / BKG (2021, Daten verändert))

2.2 Datenbasis

Es wurde der offizielle Geodatenatz der Gebietsausweisungen der Vorranggebiete für die Windenergie für die Darstellung der Windflächen verwendet. Die Bereitstellung der Daten erfolgte im Rahmen der Analysen für das MELUND [Bons & Pape 2019], welches der Nutzung der Daten im Rahmen dieser Analysen zugestimmt hat.

Weiterhin wurden die für die Ermittlung der Vorranggebiete berücksichtigten Geodaten der Landesplanung genutzt. Diese Daten waren zwischenzeitlich durch die Landesplanung online zugänglich und wurden für die Analysen durch das Innenministerium bereitgestellt. Von dem sehr umfassenden Datensatz wurden lediglich die folgenden vier Tabu- und Restriktionsflächen der Regional- bzw. Landesplanung für die Durchführung der Analysen berücksichtigt:

Harte Tabukriterien

ht01: 250 m-Puffer um Innenbereich, Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie Gewerbeflächen

Weiche Tabukriterien

wT01: 400 m Abstand zu Einzelhäusern und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie Gewerbegebieten

wT02: 800 m Abstand zu Siedlungsbereich mit Wohn-/Erholungsfunktion

wT03: 800 bzw. 400 m Abstand zu planverfestigten Siedlungsflächenausweisungen

Der Datensatz tT01 der harten 250 m-Puffer um Innenbereich, Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie Gewerbeflächen hatte lediglich die Funktion, in Verbindung mit den teilweise ringförmigen Schutzabstands-Puffern geschlossene Flächen zu bilden. Da die harten Tabuflächen nicht variiert wurden und keine Gebietsausweisungen mit den Flächen überlappten, waren sie für die eigentliche Analyse nicht relevant.

Es wird davon ausgegangen, dass die Flächen von wT01 den erforderlichen Abstand zu Einzelhäusern und Splittersiedlungen im Außenbereich für die angenommene Referenzanlage abbilden. Aus der Kombination des bereits abgebildeten Puffers von 400 m in Verbindung mit 50 m für Rotor-in (für die Referenzanlage mit 100 m Rotordurchmesser) ergibt sich der erforderliche Abstand von "3H" bzw. 450 m.

Analog dazu werden die Flächen wT02 als die Flächen zur Abbildung der erforderlichen Abstände zu Gebäuden mit Wohn- und Erholungsfunktion im Innenbereich angenommen. Die hier angesetzten 800 m bzw. 850 m bei Berücksichtigung von Rotor-in übersteigen jedoch bereits den erforderlichen Abstand von 5H bzw. 750 m. Diese "Reserve" wurde bei den nachfolgenden Berechnungen berücksichtigt - für die Ermittlung der verfügbaren Flächen wurde immer nur 5H abgebildet, ohne zusätzlichen Abstand.

Bei den Flächen aus wT03 handelt es sich um eine Kombination von Flächen planverfestigter Siedlungsflächenausweisungen, die entweder 400 m (3H) oder 800 m (5H mit Reserve) abbilden. Diese Flächen machen an der gesamten Restriktionsflächenkulisse der Siedlungsflächen jedoch nur einen kleinen Anteil aus, da diese Flächen überwiegend bereits mit den Flächen von hT01 und wT02 überlappen. Eine visuelle Auswertung der Flächen zeigt, dass der ganz überwiegende Teil der wT03-Flächen eine Pufferung um 800 m abbilden. Nur ein sehr kleiner Anteil (< 5%) der Flächen stellt 400m-Schutzabstände dar. Entsprechend wurden diese Flächen analog zu wT02 für die Abbildung der 5H-Abstände verwendet.

Die zusammen mit den Geodaten bereitgestellte detaillierte Beschreibung der bereitgestellten Restriktionsflächen findet sich im Anhang (Kapitel 6).

Ebenfalls wurde der durch das Landesamt für Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume veröffentlichte Datensatz der Bestands-Windenergieanlagen sowie der genehmigten und im Genehmigungsverfahren befindlichen Windenergieanlagen mit Stand vom 17. Januar 2022 verwendet (<https://opendata.schleswig-holstein.de/dataset/windkraftanlagen-2022-01-17>).

2.3 GIS-Analysen

Die Analysen erfolgen raumbezogen im Geoinformationssystem (GIS). Die Geodaten werden in eine PostgreSQL-Datenbank mit PostGIS-Erweiterung geladen. Entweder direkt in der Datenbank oder über eine Kopplung mit der Simulationsumgebung Matlab bzw. Python werden skriptbasiert die einzelnen Operationen vollzogen.

2.3.1 Ermittlung der effektiv bebaubaren Fläche

Um zu ermitteln, welche Flächen effektiv für die Bebauung mit modernen Windenergieanlagen geeignet sind, wurden sequentiell die einzelnen Restriktionen im GIS abgebildet. Zunächst ist jedoch eine Vorbehandlung der Flächendaten erforderlich, um beispielsweise zu vermeiden, dass bei aneinandergrenzenden Einzelflächen die Flächen entlang dieser Grenzlinien für die Abbildung von Rotor-in ebenfalls beschnitten werden.

Abbildung 7 zeigt die Effekte der einzelnen Schritte maßstabsgetreu im GIS am Beispiel unterschiedlicher Einzelflächen. Ausgehend von der Ausgangsfläche (oberstes Bild) wird zunächst Rotor-in abgebildet, indem eine Pufferung der Flächen um einen Rotorradius nach innen erfolgt. Die verbleibenden Flächen sind in der mittleren Abbildung dargestellt. In Abhängigkeit von Größe und Form der Flächen verbleiben unterschiedliche Flächenanteile für die tatsächliche Bebauung. Je größer und je "kompakter" die Ausgangsfläche ist, desto größer sind die verbleibenden Flächenanteile, während kleine und eher langgezogene Flächen nur einen kleinen verbleibenden Anteil aufweisen bzw. bei sehr kleinen Flächen dieser Anteil sich auf null belaufen kann.

Im anschließenden, im untersten Bild dargestellten Schritt, wird zusätzlich die Auswirkung der 5H/3H-Regelung ermittelt. Dazu werden die unter Abschnitt 2.2.1 beschriebenen Restriktionsflächen mit zusätzlichen Puffern versehen, um die für die Errichtung moderner Windenergieanlagen erforderlichen Abstände abzubilden. Die zusätzliche Pufferung ergibt sich aus dem Vielfachen (5H bzw. 3H) der Gesamthöhe der Windenergieanlage (Referenzanlagen mit 180 bzw. 195 m Höhe) abzüglich der bereits abgebildeten Schutzabstände von 400 m bzw. 800 m.

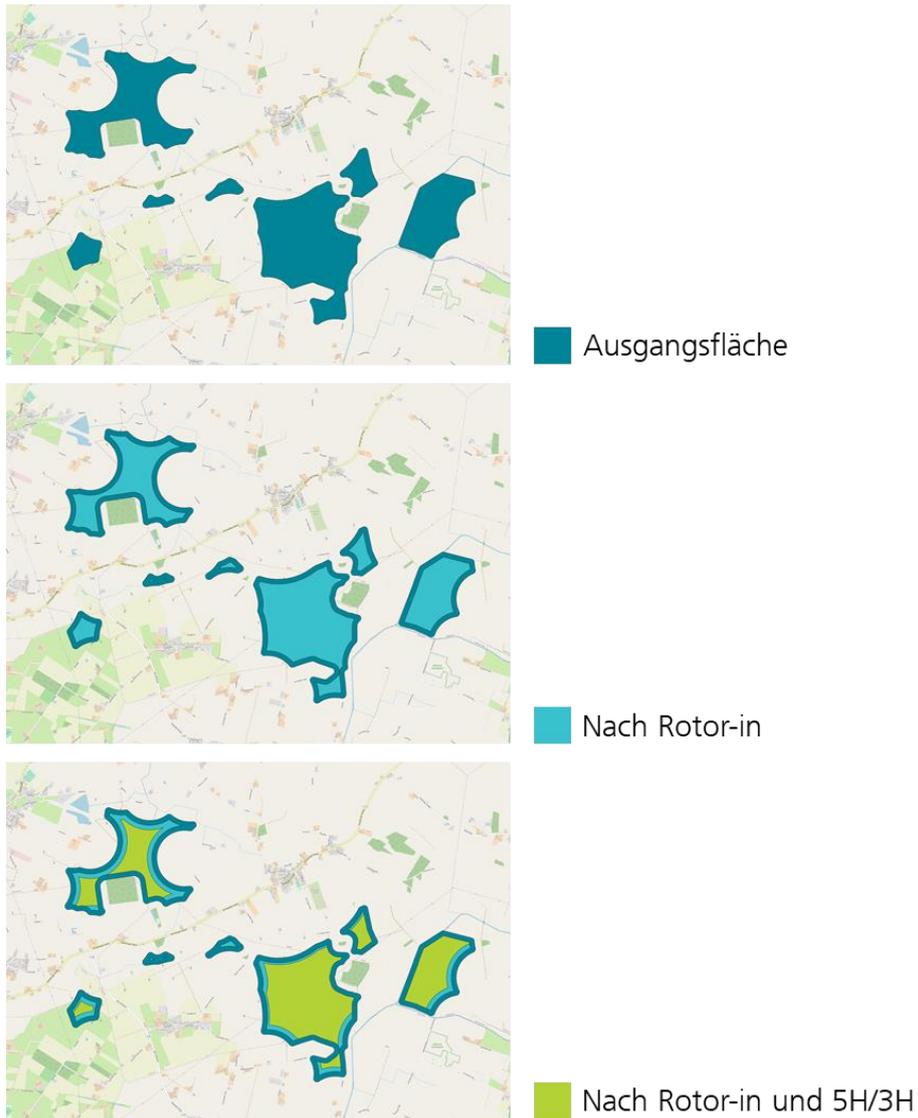


Abbildung 7: Ermittlung der effektiv bebaubaren Flächen (grün) durch Abbildung von Rotor-in und 5H/3H im GIS. (Hintergrund: OpenStreetMap-Mitwirkende).

Rotor-in

Für die Ermittlung, wie sich unterschiedliche Rotordurchmesser auf die verbleibende Fläche sowie die auf den Flächen installierbare Leistung auswirken, wurden die Rotordurchmesser zwischen 80 m und 200 m im Modell variiert. Dabei wurde die spezifische Flächenleistung entsprechend der Annahmen für die Referenzanlagen konstant gehalten, während die Nennleistung der Einzelanlagen als Produkt aus Rotorkreisfläche und spezifischer Flächenleistung berechnet wurde (

Tabelle 1).

Nach Abbildung von Rotor-in durch Pufferung der Flächen nach innen, wurde die verbleibende Fläche ausgewertet sowie die Anzahl der auf den Flächen platzierbaren Windenergieanlagen für die unterschiedlichen Rotordurchmesser bestimmt. Das Produkt aus Anlagenanzahl und Nennleistung der Einzelanlage liefert die installierbare Leistung, wobei innerhalb der DIBt-Windlastzonen 3 und 4 die Nennleistung der Starkwindanlagen sowie innerhalb von Zone 2 die der Mittelwindanlagen berücksichtigt wurden.

Tabelle 1: Anlagenparameter für die Analyse unterschiedlicher Rotordurchmesser.

Rotordurchmesser (m)	Rotorkreisfläche (m ²)	Starkwindanlage		Mittelwindanlage	
		spez. Flächenleistung (W/m ²)	Leistung (kW)	spez. Flächenleistung (W/m ²)	Leistung (kW)
80	5.027	295	1.483	265	1.332
90	6.362	295	1.877	265	1.686
100	7.854	295	2.317	265	2.081
110	9.503	295	2.803	265	2.518
120	11.310	295	3.336	265	2.997
130	13.273	295	3.916	265	3.517
140	15.394	295	4.541	265	4.079
150	17.671	295	5.213	265	4.683
160	20.106	295	5.931	265	5.328
170	22.698	295	6.696	265	6.015
180	25.447	295	7.507	265	6.743
190	28.353	295	8.364	265	7.514
200	31.416	295	9.268	265	8.325

5H/3H

Für die Untersuchung der Auswirkungen von 5H/3H wurde die Gesamthöhe der Anlagen in 12,5m-Schritten zwischen 112,5 m und 250 m variiert, der Puffer der weichen Tabukriterien auf die erforderlichen Abstände (Tabelle 2) erweitert und anschließend mit den Gebietsausweisungen verschnitten.

Tabelle 2: Anpassung der Restriktionsflächen an Windenergieanlagen unterschiedlicher Gesamthöhe durch zusätzliche Pufferung im GIS.

Gesamthöhe (m)	3H		5H	
	Pufferung Tabu weich 01 gesamt inkl. Rotor-in (m)	Änderung Puffer Tabu weich 01 (m)	Pufferung Tabu weich 02/03 inkl. Rotor (m)	Änderung Puffer Tabu weich 02/03 (m)
112,5	337,5	-62,5	562,5	-237,5
125	375	-25	625	-175
137,5	412,5	12,5	687,5	-112,5
150	450	50	750	-50
162,5	487,5	87,5	812,5	12,5
175	525	125	875	75
180	540	140	900	100
187,5	562,5	162,5	937,5	137,5
195	585	185	975	175
200	600	200	1.000	200
212,5	637,5	237,5	1.062,5	262,5

225	675	275	1.125	325
237,5	712,5	312,5	1.187,5	387,5
250	750	350	1.250	450

Der nicht mit den Restriktionsflächen überlappende Teil der Vorranggebiete wird anschließend in Bezug auf die Fläche bzw. mithilfe der Anlagenplatzierung in Bezug auf die installierbare Anlagenanzahl bzw. Leistung ausgewertet.

5H/3H in Verbindung mit Rotor-in

Die Analyse für die Auswirkung beider planungs- und genehmigungsrechtlicher Vorgaben erfolgt analog zu den beiden vorangegangenen Analysen. Es wird die Gesamthöhe variiert und unter Annahme konstanter Werte für den unteren Rotordurchlauf der Rotordurchmesser und die Nabhöhe bestimmt. Der Rotordurchmesser entspricht dabei der Gesamthöhe, abzüglich des angenommenen Wertes für den unteren Rotordurchlauf, welcher für die Starkwindanlage auf 35 m und für die Mittelwindanlage auf 50 m festgelegt wurde (vgl. Abschnitt 2.1). Die Nabhöhe entspricht der Summe aus unterem Rotordurchlauf und Rotorradius, während die Nennleistung analog zur

Tabelle 1 aus dem Produkt der Rotorkreisfläche und der spezifischen Flächenleistung (295 bzw. 265 W/m²) bestimmt wird.

Bei der Vorbereitung der effektiv bebaubaren Flächen im GIS ist zu beachten, dass zunächst Rotor-in durch Pufferung der Ausgangflächen nach innen abgebildet werden muss. Erst im Anschluss werden die verbleibenden Flächen mit den angepassten Restriktionsflächen der Wohn- und Freizeitnutzung verschnitten

Die Auswertung erfolgt wie bei den Einzelanalysen zunächst für die verbleibende Fläche und anschließend für die installierbare Leistung.

2.4 Leistungsermittlung

Die Ermittlung der (unter den getroffenen Annahmen) auf den Flächen installierbaren Windenergieanlagen-Leistung erfolgt mithilfe der am Fraunhofer IEE entwickelten Anlagenplatzierung [vgl. Thiele et al., 2021]. Diese ermittelt die maximal auf den Flächen installierbare Anzahl an Windenergieanlagen, die bei Einhaltung elliptischer Mindestabstände zu benachbarten Windenergieanlagen auf den Flächen platziert werden können.

Es 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 sowohl bei den Analysen zum Leistungspotenzial in Schleswig-Holstein [Bons & Pape, 2021] als auch bei Analysen zum bundesweiten Leistungspotenzial auf ausgewiesenen Windflächen (Bons et al., 2019) angesetzt wurde. Es ist aber auch eine engere Bebauung der Flächen möglich, jedoch würden damit die Ertragsverluste durch gegenseitige Verschattung der Anlagen zunehmen. Letztlich stellt die Bebauungsdichte immer eine wirtschaftliche Abwägung dar, die auch abhängig vom aktuellen Vergütungsregime ist.

Vereinfachend wurde die Hauptwindrichtung mit 220 Grad für das gesamte Bundesland angesetzt. Einerseits hat eine Auswertung der ertragsgewichteten Hauptwindrichtung auf Basis stündlicher Ertragszeitreihen der meteorologischen Jahre 2007 bis 2015 für den weit überwiegenden Teil

Schleswig-Holsteins diesen Wert ergeben. Andererseits wären die Auswirkungen einer abweichenden Hauptwindrichtung relativ gering und hätten keinen nennenswerten Einfluss auf die prinzipiellen Zusammenhänge, die hier untersucht werden sollen.

Die zunächst im Vektorformat vorliegenden Flächen werden in eine True-False-Matrix mit 10 m Gitterweite überführt, wobei der Wert "true" eine Nutzbarkeit der 10 m x 10 m für die Windenergie darstellt. Bereits durch die Windenergie genutzte Flächen werden als nicht nutzbar (false) markiert, indem eventuelle true-Flächen innerhalb der Abstandsellipsen auf "false" gesetzt werden. Die Platzierung erfolgt mit einer Logik, die für jede vorrangig zugebaute Anlage eine möglichst geringe Zahl an true-Flächen belegt. 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 Ansatz werden ca. 97 % der maximal auf den Flächen installierbaren Anzahl Windenergieanlagen ermittelt, verglichen mit einer mathematischen Optimierung, die jedoch deutlich rechen- und damit zeitintensiver ist.

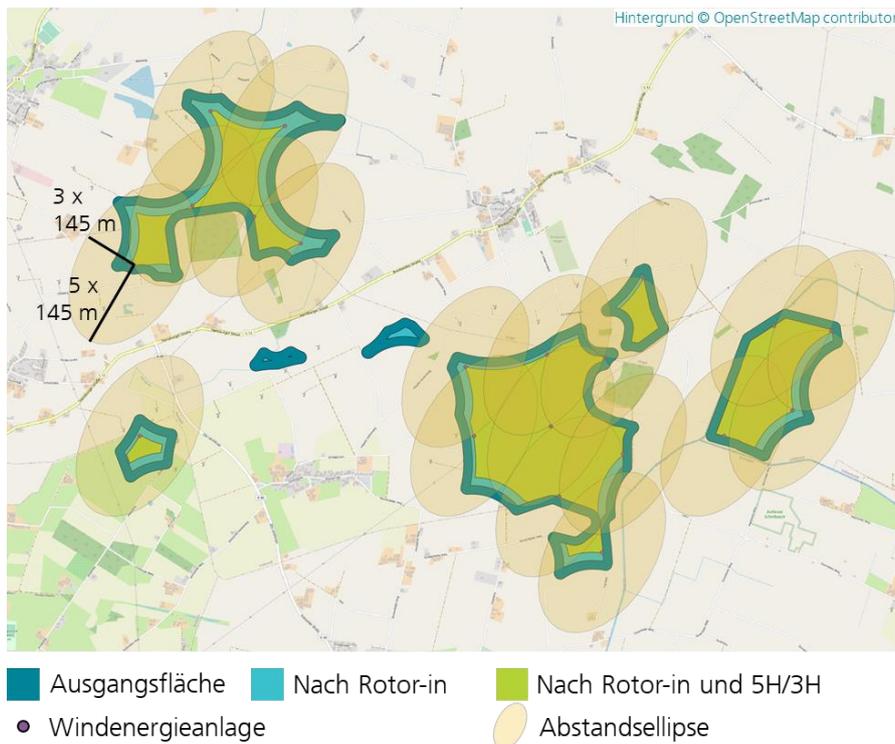


Abbildung 8: Anlagenplatzierung auf die verbleibende, effektiv bebaubare Fläche nach Rotor-in und 5H/3H.

Abbildung 8 zeigt als Kartendarstellung die Platzierung der Windenergieanlagen (lilafarbene Punkte) sowie die jeweiligen Abstandsellipsen für die in Abbildung 7 hergeleiteten hellgrünen Flächen nach Abbildung von Rotor-in und 5H/3H. Innerhalb einer Abstandsellipse darf entsprechend immer nur eine Windenergieanlage stehen.

Leistungsermittlung in Verbindung mit Bestands-WEA

Für die Ermittlung der bis 2025 und 2030 erzielbaren Windenergieanlagenleistung in Schleswig-Holstein werden die Bestandsanlagen sowie die genehmigten oder beantragten Windenergieanlagen bei den nachfolgenden Analysen einbezogen.

Unter der Annahme einer Nutzungsdauer von 20 Jahren wird zunächst ausgewertet, welche der aktuellen Bestandsanlagen in den Betrachtungsjahren 2025 und 2030 noch in Betrieb sind. Es wird hierbei nicht unterschieden, ob Anlagen, die außerhalb der Vorranggebiete stehen und daher nicht am gleichen Standort repowert werden können, eventuell länger betrieben werden. Zusätzlich zu den verbleibenden Bestands-WEA werden die bereits genehmigten Windenergieanlagen sowie beantragte Anlagen berücksichtigt, letztere jedoch nur, wenn diese innerhalb der Gebietsausweisungen liegen.

Da neu errichtete Anlagen teilweise nur dann an dem angegebenen Standort errichtet werden können, wenn Bestandsanlagen in unmittelbarer Nähe (auch vor Ende der Nutzungsdauer) zurückgebaut werden, erfolgt im GIS eine Überprüfung, ob Anlagen zu dicht beisammenstehen. Hierfür werden die Zubauanlagen (bereits genehmigte oder beantragte Anlagen) mit dem 1,5-fachen Rotordurchmesser gepuffert und überprüft, ob Bestands-Windenergieanlagen innerhalb dieser „Mindestabstandspuffer“ stehen. In diesem Fall werden diese Bestandsanlagen bei den weiteren Analysen nicht berücksichtigt.

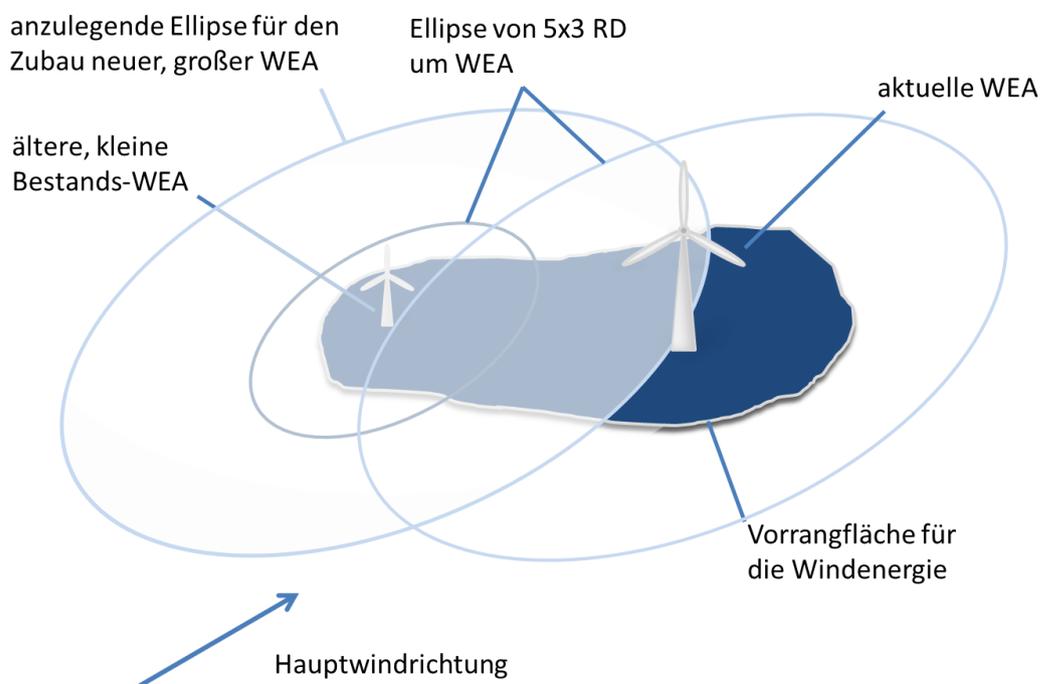


Abbildung 9: Vorgehen für die Ermittlung der verfügbaren Fläche für einen Zubau moderner Windenergieanlagen.

Zur Ermittlung der für einen Zubau verfügbaren Flächen, werden anschließend Abstandsellipsen mit fünf Rotordurchmessern in Haupt- und drei Rotordurchmessern in Nebenwindrichtung um Standorte der Anlagen gelegt (Abbildung 9), wobei jeweils der höhere Wert des Rotordurchmessers aus Vergleich der Bestandsanlage und der Referenzanlage (145 m) gewählt wird (meist ist die Zubau-WEA ausschlaggebend). Die Abstandsellipsen werden anschließend mit den effektiv bebaubaren Flächen der vorangegangenen GIS-Analyse verschnitten und die noch nicht belegten Flächen mithilfe der Anlagenplatzierung im Modell bebaut. Diese Auswertung erfolgt lediglich für die angenommenen Referenz-Windenergieanlagen, ohne Variation der Anlagenparameter.

Mit dem beschriebenen Vorgehen lässt sich abschätzen, welche Windleistung bis 2025 bzw. 2030 (unter den getroffenen Annahmen) erreicht werden kann, sofern bis dahin keine Neuausweisung von Flächen für die Windenergie erfolgt ist.

3 Ergebnisse

Die Ergebnisse werden jeweils für eine Variation des Rotorradius (Rotor-in) oder der Gesamthöhe (5H/3H bzw. Rotor-in in Verbindung mit 5H/3H) dargestellt. Dabei wird immer zunächst der verbleibende bzw. effektiv bebaubare Flächenanteil ermittelt und im nächsten Schritt mithilfe der Anlagenplatzierung die auf den Flächen installierbare Leistung. Die Analysen zur platzierbaren Leistung werden üblicherweise für die „Grüne Wiese“ durchgeführt, also von vollständig unbebauten Flächen für die Windenergienutzung ausgegangen. Lediglich bei den Analysen in Abschnitt 3.4 wurde der Anlagenbestand berücksichtigt.

Da kleinere Flächen eine höhere Flächeneffizienz (im Sinne von Hektar Windfläche je MW installierter Leistung) aufweisen, kann nicht einfach von den ermittelten Flächen auf das Leistungspotenzial zurückgeschlossen werden. Aus diesem Grund ist die Anlagenplatzierung von zentraler Bedeutung für die Ermittlung der Auswirkungen der beiden Planungsvorgaben.

3.1 Auswirkungen von Rotor-in

Abbildung 10 zeigt die Auswirkungen einer Abbildung von Rotor-in auf den verbleibenden Anteil effektiv bebaubarer Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser bzw. -radius der zur errichtenden Windenergieanlage. Dabei wird die effektiv bebaubare Fläche einer Rotor-out Planung als Vergleichsgröße dargestellt und als 100 % der verbleibenden Fläche definiert, wobei hier lediglich eine Pufferung nach innen um den angenommenen Turmfußradius (7,5 m, vgl. Abbildung 5) erfolgte.

Wie zu erwarten, reduziert sich bei einer Rotor-in Planung die nutzbare Fläche mit zunehmendem Rotordurchmesser, während bei einer Rotor-out Planung der verbleibende Flächenanteil unverändert bleibt. Bei Annahme einer Referenz-Windenergieanlage mit 100 m Rotordurchmesser (Referenzanlage der Regionalplanung) verbleiben 78 % der ursprünglichen Gebietsausweisungen für eine tatsächliche Bebauung, während sich dieser Wert für die aktualisierten Referenzanlagen auf 67 % reduziert. Bei langfristig zu erwartenden Windenergieanlagen mit bis zu 200 m Rotordurchmesser würde der verbleibende Flächenanteil lediglich noch 55 % betragen.



Abbildung 10: Effekt von Rotor-in (grün) auf die effektiv bebaubare Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser im Vergleich zu Rotor-out (blau).

Analog zur Abbildung zum verbleibenden Flächenanteil ist in Abbildung 11 die mithilfe der Anlagenplatzierung auf den Flächen installierbare Leistung dargestellt. Dabei wurde von einer gleichbleibenden spezifischen Flächenleistung von 295 W/m² für Starkwind- und 265 W/m² für Mittelwindanlagen ausgegangen. Entsprechend steigt mit zunehmendem Rotordurchmesser die Nennleistung der Anlage im Quadrat.

Die ermittelte installierbare Leistung ist aufgrund der gleichbleibenden spezifischen Flächenleistung proportional zu der Summe der auf den Flächen installierbaren Rotorkreisflächen.

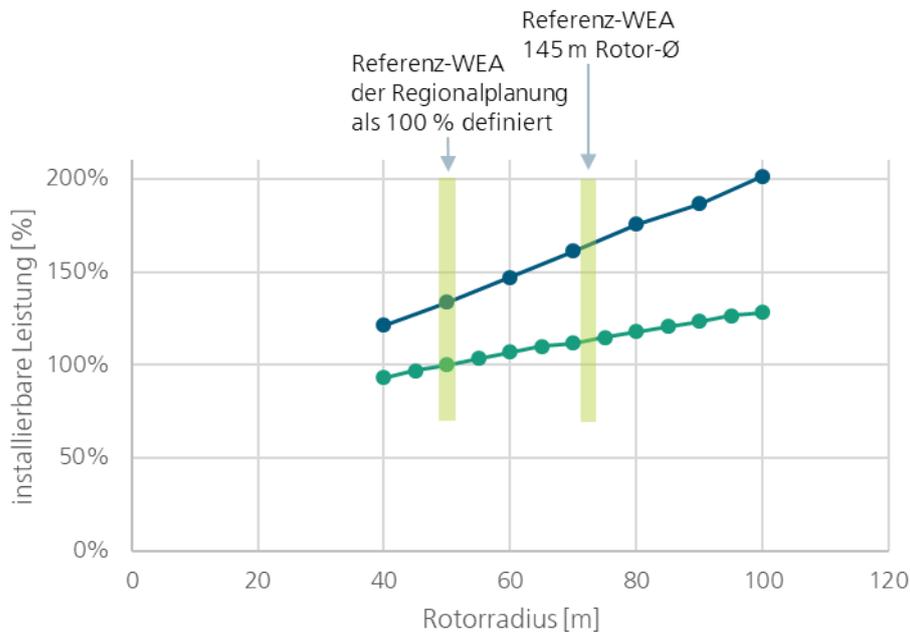


Abbildung 11: Auswirkungen von Rotor-in (grün) auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser im Vergleich zu Rotor-out (blau).

Es zeigt sich das zunächst überraschende Ergebnis, dass trotz einer Reduktion der effektiv bebaubaren Fläche, die auf den Flächen installierbare Leistung zunimmt. Im Vergleich zu einer Anlage mit 100 m Rotordurchmesser entsprechend der Referenzanlage der Regionalplanung lassen sich bei einem Rotordurchmesser von 145 m im landesweiten Durchschnitt 13 % mehr Leistung (bzw. 13 % mehr Rotorfläche) auf den Vorranggebietsflächen platzieren. Dies lässt sich mit einem reduzierten spezifischen Flächenbedarf (bzw. höheren Flächeneffizienz) kleinerer Flächen sowie größerer Rotordurchmesser erklären. Entscheidend für den spezifischen Flächenbedarf sind neben der Form der Fläche das Verhältnis zwischen Größe der Abstandsellipsen und der Flächengröße. Je größer die Abstandsellipse bzw. je kleiner die Fläche ist, desto größer ist der sogenannte Randeffect, der als der nicht mit den Windflächen überlappende Anteil der Abstandsellipsen beschrieben ist [vgl. Kigle et al., 2022]. Auch über die Annahmen für die Referenzanlage hinaus nimmt mit weiter zunehmendem Rotordurchmesser die installierbare Leistung zu, sodass sich bei einem Rotordurchmesser von 200 m trotz Rotor-in ca. 28 % mehr Leistung auf den Flächen installieren ließen.

3.2 Auswirkungen von 5H/3H

Analog zum Effekt von Rotor-in in Abschnitt 3.1 wurden die Auswirkungen einer ausschließlichen Berücksichtigung der 5H/3H-Regelung auf die verbleibende Fläche und die installierbare Leistung untersucht. Im Gegensatz zu der vorherigen Analyse, ist hier jedoch die Gesamthöhe der Anlagen der ausschlaggebende Parameter, der variiert wurde.

Durch die zusätzliche Pufferung der Restriktionsflächen entsprechend Tabelle 2 und anschließende Verschneidung mit den Vorranggebieten der Regionalplanung wird der verbleibende, nicht von 5H/3H-eingeschränkte Flächenanteil ermittelt. Es zeigt sich, dass es ab einer Gesamthöhe von 137,5 m zu einer Reduktion der verbleibenden Flächenanteile kommt.

Zwar wurde die Vorgabe 5H/3H bei der Aufstellung der Flächen bereits berücksichtigt, jedoch wurde das Einrücken der Windenergieanlagen um 50 m für Rotor-in bereits einkalkuliert. Zunächst weisen die

Restriktionsflächen für den Abstand (wT01) zum Außenbereich nur einen Schutzabstand von 400 m auf, sodass erst in Verbindung mit Rotor-in die für die 150m-Referenzanlage erforderlichen 450 m Abstand (3H) eingehalten werden. Entsprechend müssen die Restriktionsflächen erweitert werden, sobald die Gesamthöhe 133,3 m (400 m / 3H) übersteigt. Vergleichbares gilt für die Schutzabstände zum Innenbereich (wT02) sowie zu planverfestigten Siedlungsflächenbereichen (wT03), wengleich sich dies erst ab einer Gesamthöhe von 160 m zu einer zusätzlichen Reduktion der Flächen führt (800 m / 5H).

Für die 150m-Referenzanlage reduziert sich der verbleibende Flächenanteil auf 89 %, während bei den modernen Referenzanlagen mit 180 m (Starkwind) bzw. 195 m (Mittelwind) Gesamthöhe nur noch 63 % bzw. 51 % verbleiben. Bei langfristig zu erwartenden Anlagen von bis zu 250 m Gesamthöhe wären nach der geltenden Regelung weniger nur noch 15 % der Flächen nutzbar.

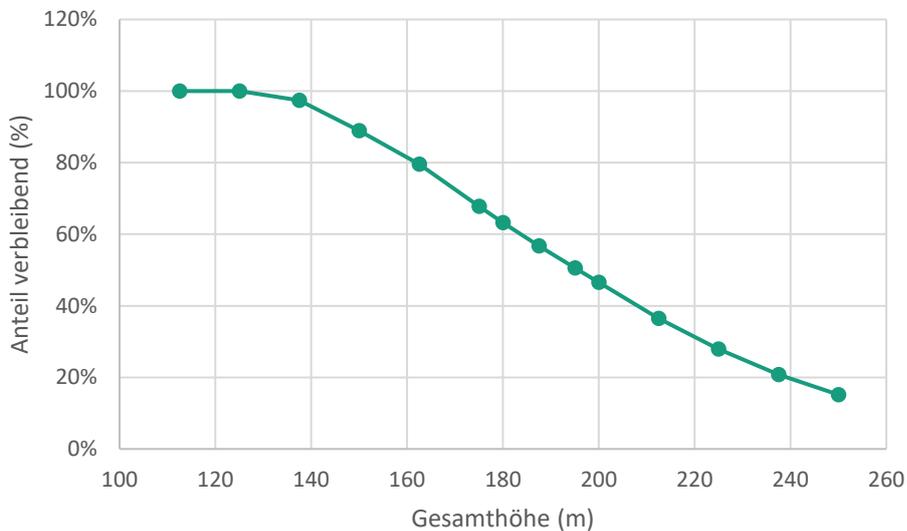


Abbildung 12: Auswirkungen von 5H/3H auf den effektiv bebaubaren Flächenanteil in Abhängigkeit von der Gesamthöhe.

Die Auswertung Anlagenplatzierungsergebnisse zeigt zunächst einen Anstieg der auf den Flächen installierbaren Leistung bis fast 8,7 GW. Dieser Wert wird bei einer Gesamthöhe von 150 m erreicht, also dem Wert der Referenzanlage. Anschließend knickt die Kurve bei weiter steigender Gesamthöhe ab und die installierbare Leistung nimmt mit weiter steigender Gesamthöhe ab. Bei Anlagen mit 180 m Gesamthöhe lassen sich nur noch 7,9 GW bzw. bei 195 m noch 7,2 GW auf den verbleibenden Flächen platzieren. Bei einer langfristigen Gesamthöhe von 250 m würde sich dieser Wert entsprechend auf 4,2 GW reduzieren. Der erste Anstieg bis 150 m Gesamthöhe lässt sich durch die Zunahme des Rotordurchmessers und dem damit geringeren spezifischen Flächenbedarf erklären (vgl. Abschnitt 3.1). Anschließend dominiert die Flächenreduktion durch 5H/3H den Effekt der geringeren Flächeninanspruchnahme aufgrund größerer Rotordurchmesser.

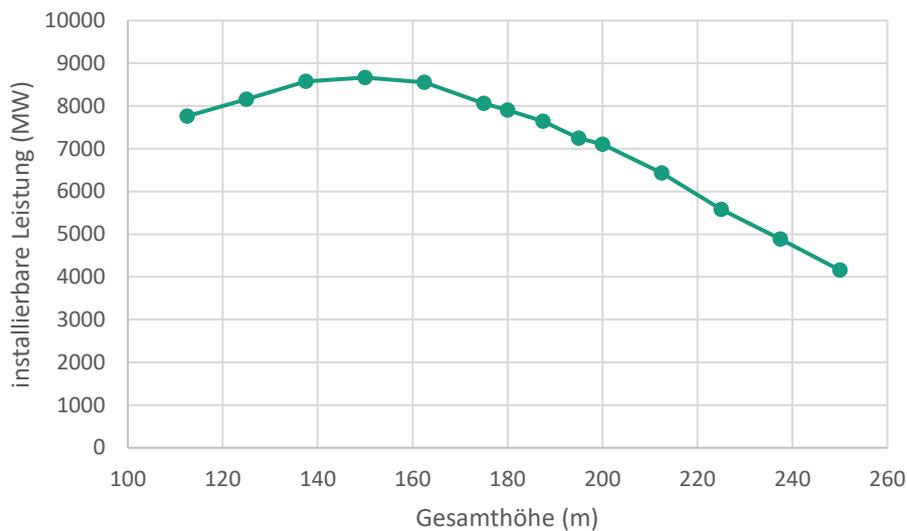


Abbildung 13: Auswirkungen von 5H/3H auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit von der Gesamthöhe.

3.3 Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in

Die Ergebnisse für die kombinierte Betrachtung der Auswirkungen von Rotor-in und 5H/3H zeigen einen ähnlichen Zusammenhang wie für die ausschließliche Berücksichtigung von 5H/3H, jedoch sind durch die zusätzlichen Auswirkungen von Rotor-in die Kurven nach unten versetzt.

Der verbleibende Flächenanteil ist bei der geringsten betrachteten Gesamthöhe von 112,5 m bereits auf 81 % reduziert und nimmt bis zu einer Gesamthöhe von 150 m zunächst etwa linear weiter ab (Abbildung 14). Oberhalb von 150 m kommt zusätzlich der Effekt von 5H/3H zum Tragen, was sich in einem Abknicken der Kurve und einer steileren Reduktion des verbleibenden Flächenanteils zeigt. Bei den 180 m Gesamthöhe der Referenz-Starkwindanlage verbleiben nur 51 % der Gesamtfläche, während bei 195 m der verbleibende Anteil nur noch 39 % beträgt. Bei einem langfristigen Anstieg der Gesamthöhe der Windenergieanlagen auf 250 m könnten unter dem bestehenden regulativen Rahmen lediglich auf 11 % der ausgewiesenen Fläche derart hohe Windenergieanlagen errichtet werden.

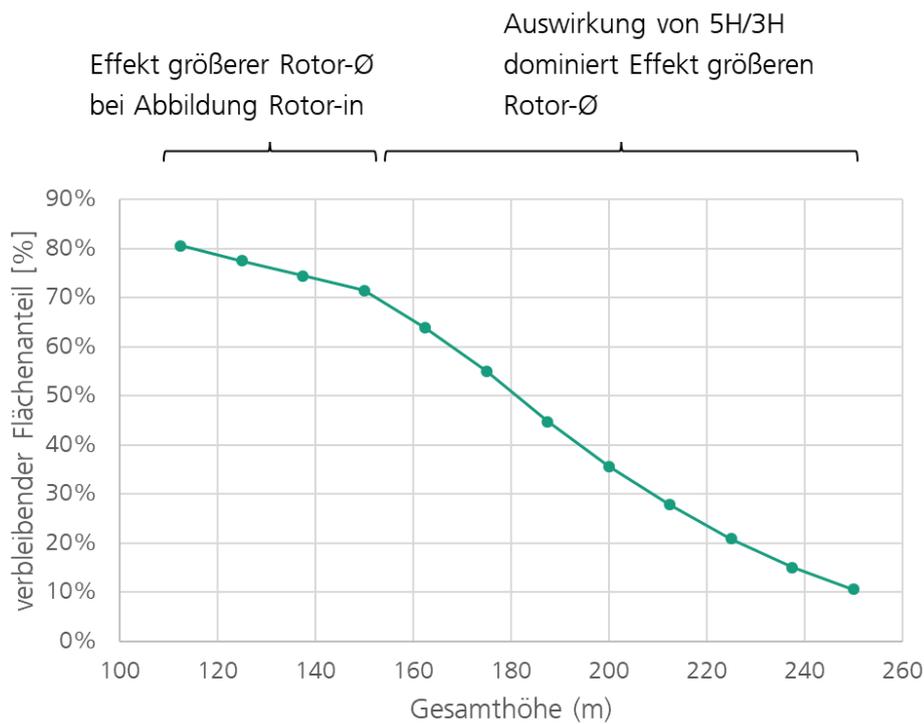


Abbildung 14: Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in auf die effektiv bebaubare Fläche in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.

Auch die auf den Flächen installierbare Leistung in Abbildung 15 zeigt einen ähnlichen Verlauf wie die ausschließliche Anwendung von 5H/3H (vgl. Abbildung 15). Erst bei 150 m Gesamthöhe knickt die anfängliche Zunahme der platzierbaren Leistung ab und nimmt bei weiter steigender Gesamthöhe zunehmend ab. Die maximal auf den Flächen platzierbare Leistung beläuft sich auf 7,7 GW und reduziert sich bei 180 m Gesamthöhe auf 7,0 GW sowie 6,4 GW bei 195 m. Bei einem langfristigen Ansteigen der Gesamthöhe der Anlagen auf 250 m ließen sich auf den Flächen nur noch 3,5 GW platzieren.

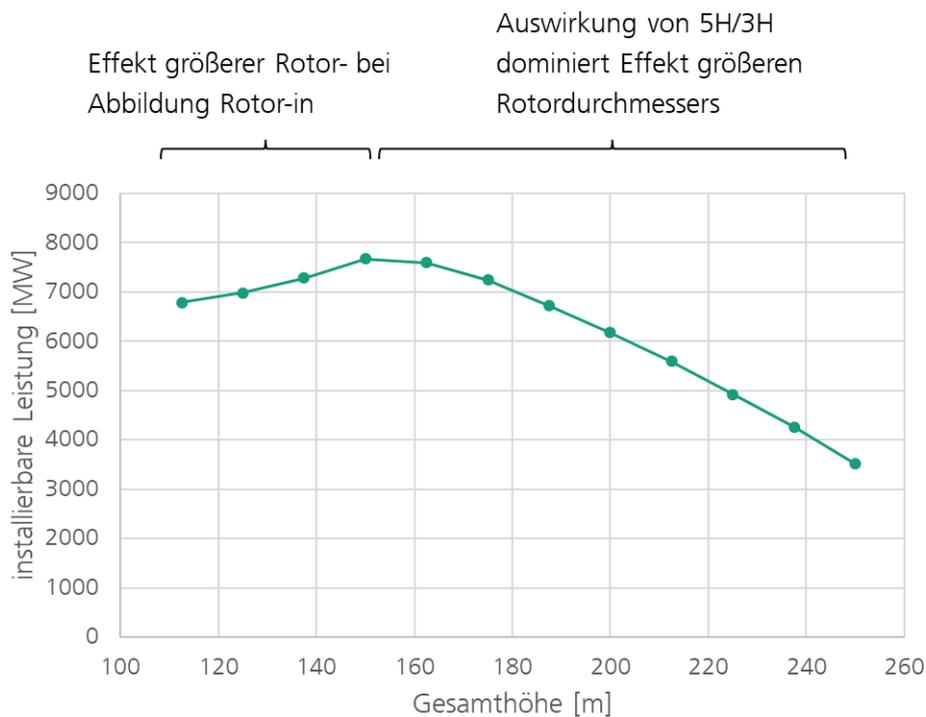


Abbildung 15: Auswirkungen von 5H/3H in Verbindung mit Rotor-in auf die auf den Flächen installierbare Leistung in Abhängigkeit vom Rotordurchmesser.

3.4 Installierbare Leistung bis 2025 / 2030 bei Berücksichtigung des Anlagenbestands

Für die Bewertung der Erreichbarkeit der energiepolitischen Ziele des Koalitionsvertrags 2017-2022 der schleswig-holsteinischen Landesregierung wurde die rechtskräftige Flächenkulisse unter Einbeziehung der Bestandsanlagen sowie bereits genehmigter und beantragter Windenergieanlagen unter dem gegebenen Rechtsrahmen analysiert. Einerseits tragen diese Windenergieanlagen zur Zielerreichung bei, belegen zugleich aber auch einen Teil der Gebietsausweisungen. Für die Anlagen wird eine Nutzungsdauer von 20 Jahren angesetzt und für die entsprechenden Betrachtungsjahre danach gefiltert, sodass nur die noch in Betrieb befindlichen Anlagen in die Analyse eingehen. Weiterhin werden alle bereits genehmigten Windenergieanlagen berücksichtigt, ebenso alle im Genehmigungsverfahren befindlichen WEA, sofern diese innerhalb der Vorranggebiete errichtet werden sollen.

Die Auswertung der Stammdaten zeigt, dass allein durch die Berücksichtigung dieser Anlagen in 2025 nur noch ca. 600 MW zur Erreichung des 10GW-Ziels fehlen – vorausgesetzt, die Annahmen zur Nutzungsdauer treffen zu und alle genehmigten oder im Genehmigungsverfahren befindlichen Anlagen (innerhalb der Windflächen) werden auch tatsächlich errichtet. Auf den dann noch immer freien Vorranggebietsflächen ließen sich weitere ca. 870 MW der Referenz-Windenergieanlagen errichten, sodass das politische Ziel um ca. 270 MW übererfüllt werden kann (Tabelle 3).

Schaut man jedoch etwas längerfristiger auf das Jahr 2030, ist eine installierte Leistung von 10 GW voraussichtlich nicht zu halten. Es werden zunehmend Bestandsanlagen zurückgebaut, sodass sich die zu erwartende Leistung aus Bestand, genehmigten und beantragten Windenergieanlagen auf 8,6 GW

(ca. minus 0,8 GW) reduziert, während auf den frei werdenden Flächen nur ca. 1.076 MW errichtet werden können (plus 207 MW). Dies ist einerseits vermutlich darauf zurückzuführen, dass ein erheblicher Anteil Anlagen außerhalb der Vorranggebiete zurückgebaut wird, andererseits aufgrund der Restriktionen freiwerdende Flächen innerhalb der Vorranggebiete nicht für moderne Windenergieanlagen nutzbar sind.

Im Ergebnis nimmt in dem Zeitraum zwischen 2025 bis 2030 die mögliche Leistung um 590 MW auf 9.678,4 MW ab.

Tabelle 3: Erzielbare Leistung bis 2025 und 2030

Jahr	Leistung Bestand* [MW]	Zubau auf freien Flächen [MW]	Leistung gesamt [MW]
2025	9.399	869,4	10.268,4
2030	8.602	1.076,4	9.678,4

* Bestand im Betrachtungsjahr bei 20 Jahren Nutzungsdauer zzgl. Anlagen vor Inbetriebnahme zzgl. Anlagen im Gen.-Verfahren innerhalb VRG

4 Diskussion der Ergebnisse und Fazit

Schleswig-Holstein hat mit 2,04 % den bundesweit größten Anteil der Landesfläche für die Windenergienutzung ausgewiesen. Für die Nutzung dieser Flächen bestehen jedoch die Einschränkungen „Rotor-in“ und „5H/3H“, wodurch die effektiv nutzbare Fläche deutlich reduziert wird. Ausschlaggebend dafür, wie groß diese Einschränkungen sind, sind die Parameter Gesamthöhe und Rotordurchmesser, wobei beide Parameter bereits bei den Gebietsausweisungen berücksichtigt wurden, allerdings nur für eine, unter heutigen Gesichtspunkten zu klein dimensionierte Referenz-Windenergieanlage mit 100 m Nabenhöhe, 100 m Rotordurchmesser und somit 150 m Gesamthöhe. Die stattdessen im Rahmen dieser Studie abgebildeten Referenz-Windenergieanlagen weisen Rotordurchmesser von 145 m bei einer Gesamthöhe von 180 m (Starkwind) bzw. 195 m (Mittelwind) auf. Diese Annahmen, die den durchschnittlichen Zubau zwischen heute und 2030 abbilden sollen, wurden anhand einer Auswertung der in Schleswig-Holstein zugebauten bzw. genehmigten Windenergieanlagen hergeleitet. Die Analysen waren so strukturiert, dass zunächst die Auswirkungen von Rotor-in und 5H/3H einzeln und im Anschluss in Kombination untersucht wurden.

Bei Rotor-in müssen Windenergieanlagen entlang der gesamten Gebietsgrenze um einen Rotorradius einrücken. Der verbleibende Flächenanteil hängt dabei stark von der Größe und Form der individuellen Fläche ab. Bei sehr kleinen und/ oder sehr langgezogenen Flächen ist der Effekt am größten, während bei großen, im Extremfall kreisrunden Flächen der prozentuale nicht-nutzbare Anteil am geringsten ausfällt. Im Rahmen dieser Analysen lag der Fokus darauf, die Auswirkungen auf Bundeslandebene zu betrachten, je nach Flächengröße und Zuschnitt kann der Effekt jedoch lokal mehr oder weniger stark ausgeprägt sein.

Trotz der relativ starken Auswirkungen eines größeren Rotordurchmessers auf die verbleibende Fläche (Abbildung 10) nimmt die auf den Flächen platzierbare Leistung mit steigendem Rotordurchmesser zu (Abbildung 11). Im Vergleich zu einer Rotor-out-Bebauung ist der Anstieg jedoch deutlich geringer und auf einem niedrigeren Niveau. Während bei Rotor-in sich die gegenläufigen Effekte Flächenreduktion und geringerer spezifischer Flächenbedarf auf die installierbare Leistung auswirken, bleibt bei Rotor-out die Fläche konstant und die Zunahme der platzierbaren Leistung reflektiert lediglich den geringeren spezifischen Flächenbedarf bzw. die höhere Flächeneffizienz.

Die 5H/3H-Regelung wirkt sich nur dort auf die effektive Nutzbarkeit der Flächen aus, wo die Gebietsgrenzen in räumlicher Nähe zu Gebäuden mit Wohn- und Erholungsfunktion verlaufen. Aufgrund der starken Zersiedelung und einer hohen Anzahl an Wohngebäuden im Außenbereich in Schleswig-Holstein betrifft dies jedoch einen großen Teil der Gebietsgrenzen. Da bei den Gebietsausweisungen bereits Schutzabstände von 800 m zum Innenbereich (5H) sowie 400 m zum Außenbereich (3H) abgebildet sind, reduziert sich die nutzbare Fläche der Vorranggebiete erst dann, wenn aufgrund der Gesamthöhe eine Ausweitung der Schutzabstände erforderlich ist. Dies ist bei einer reinen Betrachtung von 5H/3H bei einer Höhe von 133,3 m der Fall (400 m / 3H). Bei einer gemeinsamen Betrachtung mit Rotor-in können zusätzliche 50 m Abstand (Rotorradius der Referenzanlage) angerechnet werden, sodass bis 150 m Gesamthöhe keine zusätzliche Nicht-Nutzbarkeit entsteht. Aufgrund der „Reserve“ bei den Schutzabständen zum Innenbereich erfolgt erst bei einer Gesamthöhe von 160 m eine weitere Einschränkung der Nutzbarkeit (800 m / 5H). Sobald diese Werte jedoch überschritten werden, erhöht sich mit weiterem Anstieg der Gesamthöhe aufgrund der anzuwendenden Faktoren (5 bzw. 3) relativ schnell der nicht bebaubare Anteil.

Entsprechend fällt die verbleibende Fläche mit steigender Gesamthöhe deutlich ab und erreicht bei 200 m Gesamthöhe nur noch einen Anteil von 47 %.

Aufgrund der steigenden Flächeneffizienz bzw. dem geringeren spezifischen Flächenbedarf von Windenergieanlagen mit größerem Rotordurchmesser nimmt die installierbare Leistung zunächst bis zu einem Wert von 8.665 MW bei 150 m Gesamthöhe zu, knickt dann jedoch ab und fällt stetig ab, bis bei 200 m Gesamthöhe nur noch 7.104 MW, bzw. bei 250 m Gesamthöhe nur noch 4.160 MW auf den Flächen platziert werden können. Die Regelung hat somit sehr große Auswirkungen auf die Nutzbarkeit der Flächen und erschwert die Errichtung von großen, modernen Windenergieanlagen auf den Flächen.

Bei einer gemeinsamen Betrachtung beider Restriktionen verstärken sich die Auswirkungen einer reinen 5H/3H-Betrachtung. Zwar sind die Einschränkungen der Flächen in weiten Teilen nicht additiv, da teilweise dieselben Flächen einerseits aufgrund von Rotor-in und andererseits aufgrund von 5H/3H nicht nutzbar sind, jedoch trifft dies nicht auf alle Bereiche entlang der Gebietsgrenzen zu. Dort wo die Gebietsgrenzen nicht in räumlicher Nähe zu Gebäuden mit Wohn- und Erholungsfunktion verlaufen, erfordert die zusätzliche Berücksichtigung von Rotor-in eine zusätzliche Pufferung.

Entsprechend sind die Kurvenverläufe der verbleibenden Flächenanteile in Abhängigkeit von der Gesamthöhe der Anlagen (Abbildung 12 und Abbildung 14) sowie die der installierbaren Leistung (Abbildung 13 und Abbildung 15) grundsätzlich ähnlich, bei einer Einbeziehung von Rotor-in aber zusätzlich nach unten zu geringeren Werten verschoben.

Beide Regelungen zusammen führen zu einer deutlichen Einschränkung der Nutzbarkeit der Flächen mit modernen Windenergieanlagen. Dies schränkt die auf den Flächen installierbaren Windenergieanlagenleistung stark ein, wobei die Auswirkungen der 5H/3H-Regelung überwiegen. Zwar ist trotz dieser Regelungen die politische Zielvorgabe Flächen für einen Ausbau der Windenergie bis 2025 auf 10 GW bereitzustellen erfüllt, jedoch würde es ohne Änderungen bei der Gebietskulisse oder dem regulativen Rahmen längerfristig eher zu einer Stagnation oder gar Reduktion der Windenergieleistung in Schleswig-Holstein kommen. Auch würden der Ausbau der Windenergie in Schleswig-Holstein und der damit verbundene volkswirtschaftliche Nutzen weitgehend zum Erliegen kommen, da sich das Ausbaupotenzial auf den Flächen auf nur 869 MW bzw. 1.076 MW beläuft, was aber eine vollständige Nutzbarkeit der ausgewiesenen Flächen voraussetzt. In der Praxis ist die Nutzbarkeit jedoch häufig noch aufgrund weiterer Gründe eingeschränkt bzw. nicht gegeben. Hierzu zählen neben militärischen Belangen, Eigentumsverhältnissen, Wegerechten etc. insbesondere der Artenschutz, da eine detaillierte Prüfung nicht im Rahmen der Gebietsausweisung erfolgen kann [Bons et al. 2019].

Zwar sind die Flächen theoretisch durch eine Bebauung mit kleineren Windenergieanlagen, beispielsweise entsprechend der Referenzanlage der Regionalplanung, vollständig nutzbar – Rotor-in reduziert zwar die Flächen, jedoch hätte 5H/3H keine zusätzlichen Flächenreduktionen zur Folge. Es ist jedoch keine praxisnahe Option, die Flächen tatsächlich mit derart kleinen Windenergieanlagen zu bebauen. Einerseits sind derartige kleinen Anlagen im Referenzertragsmodell des EEG klar benachteiligt und somit unter wirtschaftlichen Gesichtspunkten kaum konkurrenzfähig, andererseits sind Anlagen dieser Größe kaum noch auf dem Markt verfügbar bzw. werden aktuell gerade vom Markt genommen. Für eine spezifische Produktion ist der schleswig-holsteinische Markt jedoch zu klein.

Schleswig-Holstein ist das Bundesland mit der deutschlandweit besten Windressource und hat daher eine besondere Bedeutung bei der Transformation des Energiesystems hin zu einer regenerativen

Energieerzeugung. Mit modernen Windenergieanlagen, wie sie hier als Referenzanlagen angenommen werden, sollten hohe Auslastungen mit durchschnittlich ca. 3.000 Vollbenutzungsstunden möglich sein. In der Vergangenheit war die tatsächliche Einspeisung jedoch deutlich geringer, da einerseits ein hoher Anteil älterer, ausgeprägter Starkwindanlagen nur vergleichsweise geringe Auslastungen aufwies, andererseits die mögliche Einspeisung aufgrund von Netzengpässen, Vogel- und Fledermausschutzabschaltungen, Mahd etc. abgeregelt werden musste.

Dass die vorliegende Flächenkulisse langfristig nicht für die Erreichung der deutschlandweiten Klimaschutzziele ausreicht, wird dadurch deutlich, dass sich die von der Bundesregierung geforderte Ausweisung von Flächen für die Windenergie mit einem Umfang von 2 % der Landesflächen auf eine Rotor-out Planung bezieht [Formulierungshilfe WaLG, 2022]. Entsprechend erfüllen die Flächenausweisungen in Schleswig-Holstein mit einer nominellen Fläche von 2,04 % der Landesfläche noch nicht die Zielvorgaben der Bundesebene. Aus diesem Grund wird mittelfristig eine Neuaufstellung von Flächen erforderlich, die angesichts der erfahrungsgemäß langen Dauer des Aufstellungsprozesses jetzt angestoßen werden müsste. Hierbei sollte von pauschalen Einschränkungen der Nutzbarkeit abgesehen werden.

5 Literatur

[Bons et al., 2019]: Bons, M.; Döring, M.; Klessmann, C. et al. (2019): Analyse der kurz- und mittelfristigen Verfügbarkeit von Flächen für die Windenergienutzung an Land. Studie von Guidehouse und Fraunhofer IEE für das Umweltbundesamt.

(<https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/analyse-der-kurz-mittelfristigen-verfuegbarkeit-von>, abgerufen am 3.März 2022)

[Koalitionsvertrag 2017-2022]: Koalitionsvertrag für die 19. Wahlperiode des Schleswig-Holsteinischen Landtages (2017-2022) zwischen CDU, GRÜNEN und FDP Schleswig-Holstein.

(https://www.cdu-sh.de/sites/www.cdu-sh.de/files/downloads/2017_-_2022.pdf, abgerufen am 30. Juni 2022)

[Bons & Pape, 2021]: Bons M.; Pape C. (2021): Gutachten Netzausbau und Regionalplanung. Studie im Auftrag des Ministeriums für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt, Natur und Digitalisierung Schleswig-Holstein. Guidehouse und Fraunhofer IEE, Oktober 2021.

[Kigle et al., 2022]: Kigle, S.; Jetter, F.; Ebner, M.; Schmid, T. (2022): 2 % der Landesfläche für Windenergie: ein geeignetes Maß? FfE Discussion Paper 2022-01.

(<https://www.ffe.de/veroeffentlichungen/ffe-discussion-paper-2-der-landesflaeche-fuer-wind-ein-geeignetes-mass/>, abgerufen am 12. Juni 2022)

[Thiele et al., 2021]: 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.

[Formulierungshilfe WaLG, 2022]: Entwurf der Formulierungshilfe für ein Wind-an-Land-Gesetz zur gesetzlichen Umsetzung des 2-Prozent-Flächenziels für die Windenergie an Land aus dem Koalitionsvertrag – Referentenentwurf des Bundesministeriums für Wirtschaft und Klimaschutz.

(https://www.bmwk.de/Redaktion/DE/Downloads/Gesetz/entwurf-einer-formulierungshilfe-der-bundesregierung-wind-an-land-gesetz.pdf?__blob=publicationFile&v=4, abgerufen am 30. Juni 2022)

6 Anhang

6.1 Harte Tabukriterien

hT01: 250 m-Puffer um Innenbereich, Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie Gewerbeflächen

Überplanter Innenbereich nach § 30 und nicht überplanter Innenbereich nach § 34 BauGB, Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich; Abstand von 250 m um die vorgenannten Bereiche / Nutzungen; ausgenommen davon Industriegebiete (§ 9 Baunutzungsverordnung - BauNVO) und Sondergebiete (§ 11 BauNVO), soweit in letzteren WKA zulässig sind, sowie Gebiete im Sinne des § 34 Abs. 2 BauGB, die diesen Gebieten entsprechen; ausgenommen weiterhin solche Bebauungsplangebiete, die die Zulassung von WKA begründen.

All diese Gebiete sind durch Bebauung dominiert, die schon allein aus baurechtlichen und immissionsschutzrechtlichen Anforderungen heraus die Errichtung von raumbedeutsamen WKA unmöglich macht.

In Industriegebieten und bestimmten Sondergebieten kann im Einzelfall eine WKA bauplanungsrechtlich zulässig sein. In Bebauungsplangebieten, die die Zulassung von WKA begründen, ist regelmäßig davon auszugehen, dass die Zulässigkeit zuvor mit den Zielen der Raumordnung abgeglichen wurde bzw. wird.

Der Ausschluss aus baurechtlichen und immissionsschutzrechtlichen Anforderungen heraus bezieht sich gleichermaßen auf einen Umgebungsbereich bis 250 m Abstand. Abgeleitet ist der Abstand aus dem baurechtlichen Rücksichtnahmegebot, wonach bei einer Entfernung von weniger als dem zweifachen der Gesamthöhe regelmäßig von einer unzumutbaren erdrückenden Wirkung und damit von der Unzulässigkeit auszugehen ist. Auf Basis der Referenzanlage ergibt sich ein Abstand von 300 m zwischen Gebäudekante bzw. Gebietsgrenze und Mastfuß. Der Abstand zur Vor-ranggebietsgrenze ist dann mit 250 m anzusetzen, weil die Außenkante des Rotors maßgeblich ist.

6.2 Weiche Tabukriterien

wT01: 400 m Abstand zu Einzelhäusern und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie Gewerbegebieten

Weiterer Abstand von 150 m um Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie um Gewerbegebiete im Anschluss an die als hartes Tabu eingestufte Abstandszone von 250 m

Begründet ist dieser Abstand im Wesentlichen aus dem nachbarlichen Rücksichtnahmegebot nach § 35 Abs. 3 Satz 1 BauGB i.V.m. der optisch bedrängenden Wirkung. Demnach wäre beim Dreifachen der WKA-Gesamthöhe einzelfallbezogen zu prüfen, ob eine erdrückende Wirkung vorliegt. Sichtverschattende Landschaftselemente oder Bauwerke sowie eine Ausrichtung der Wohn- und Aufenthaltsräume in andere Richtungen als zum Windpark können ein näheres Heranrücken ggf. rechtfertigen. Die Landesplanung ist sich dieses Spielraumes bewusst, möchte aber für diesen unmittelbaren Umgebungsbereich bewohnter Gebäude eine Vorsorge dahingehend treffen, dass grundsätzlich die dreifache Anlagenhöhe als Mindestabstand einzuhalten ist. Dieses gilt im Grundsatz auch für Gewerbegebiete, da im Einzelfall auch Aufenthaltsräume in Gewerbebauten sowie betriebsbezogene Wohnungen betroffen sein können.

Diese pauschalierende Annahme eines 400 m Abstandes dient dazu, den baurechtlich für den Regelfall empfohlenen Abstand für den Planungsprozess zu operationalisieren. Eine Einzelfallbetrachtung aller Gebäude zur Prüfung, ob auch geringere Abstände zulässig wären, ist für die Betrachtungsebene des Regionalplanes nicht angemessen. Aus der Referenz-WKA mit 150 m Gesamthöhe und 100 m Rotordurchmesser ergibt sich ein Abstand von $3 \times 150 \text{ m} = 450 \text{ m}$. Für die erdrückende Wirkung gilt der Abstand von Hausecke zum Mast gemessen, für das Vorranggebiet gilt: Die WKA muss einschließlich Rotor innerhalb der Fläche liegen. Daher wird für die Festlegung der Vorranggebietsgrenze noch einmal der Rotorradius 50 m abgezogen. $450 \text{ m} - 50 \text{ m} = 400 \text{ m}$.

Nach vorliegenden Erfahrungen aus immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren zur Errichtung und zum Betrieb von Windkraftanlagen erforderten Anlagen der derzeit üblichen 3 MW-Leistungsklasse auch aus Gründen des Immissionsschutzes einen Mindestabstand zu benachbarten Wohnnutzungen von etwa 400 m. Maßgebend sind dabei die Immissionsrichtwerte nach der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)“ zum Bundes-Immissionsschutzgesetz und die Richtwerte aus den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von WKA (Windenergieanlagen-Schattenwurf-Hinweise) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI).

Im bauplanungsrechtlichen Außenbereich gilt zudem für Wohn- und Aufenthaltsgebäude grundsätzlich ein geringerer Schutzanspruch, da WKA hier privilegiert zulässig und somit nicht gebietsfremd sind. Auf einen über die 400 m hinausgehenden vorsorgenden Schutzabstand wird daher im Außenbereich verzichtet.

Bei WKA mit Höhen über 150 m ergibt sich eine andere Ausnutzung der Fläche, da dann sowohl zwischen den WKA als auch zur Bebauung ggf. größere Abstände erforderlich werden. Es wird gleichwohl für angemessen erachtet, nicht bereits bei der Ausweisung der Konzentrationszonen die derzeit technisch maximal mögliche WKA-Größe als Maß für die Festlegung eines pauschalierenden Abstandes heranzuziehen. Mit einer Orientierung an einer 150 m hohen WKA ist sichergestellt, dass eine wirtschaftliche Nutzung der Fläche grundsätzlich möglich ist und sich damit die Privilegierung der Windkraft in dieser Hinsicht durchsetzt. Eine spätere Investorenentscheidung zugunsten höherer WKA bei evtl. nicht voller Ausnutzung der Fläche stellt dann keine unzulässige planerische Einschränkung der Privilegierung innerhalb der Flächen dar.

wT02: 800 m Abstand zu Siedlungsbereich mit Wohn-/Erholungsfunktion

Weiterer Abstand von 150 m um Einzelhäuser und Splittersiedlungen im Außenbereich sowie um Gewerbegebiete im Anschluss an die als hartes Tabu eingestufte Abstandszone von 250 m

Immissionsschutzrechtlich kann in einem Abstand von weniger als 800 m von Wohngebäuden in vielen Fällen die Errichtung von WKA, insbesondere einzelner WKA-Standorte und in nicht vorbelasteten Bereichen, zulässig sein, ggf. mit Auflagen zur Einhaltung der Immissionsrichtwerte. Allerdings kommt dem unmittelbar angrenzenden Außenbereich an Siedlungsbereichen planerisch eine Schutz- und Pufferfunktion zu. Die Gebiete sollen als Freiräume ohne dominierende visuelle Beeinträchtigungen, u.a. auch zur Stärkung ihrer Naherholungsfunktion, erhalten bleiben. Die ausdrückliche Erholungsfunktion bestimmter Gebiete soll planerisch dadurch gestärkt werden, dass durch ihre Größe und die Drehbewegung potenziell störende WKA erst in einem angemessenen Abstand errichtet werden dürfen. Entsprechendes gilt für Flächen für den Gemeinbedarf wie KITAS, Schulen o. ä. Für

Gebäude im Außenbereich mit Wohnfunktion gilt, dass dort im Rahmen der gegenseitigen Rücksichtnahme andere im Außenbereich zulässige Vorhaben und Nutzungen hinzunehmen sind. WKA sind hier nicht gebietsfremd. Alle Baugebiete gemäß BauNVO, die Wohn- und/oder Erholungsfunktionen erfüllen und planungsrechtlich gemäß § 34 oder Seite 56

§ 30 BauGB zu beurteilen sind, genießen dagegen einen weitergehenden Schutzstatus, zu dem die Landesplanung im Rahmen ihres gestalterischen Spielraumes mit dem Abstand vorsorglich beiträgt.

Für Siedlungsbereiche mit Wohn- oder Erholungsfunktion sind spezifische Immissionsrichtwerte nach der „Technischen Anleitung zum Schutz gegen Lärm (TA Lärm)“ zum Bundes-Immissionsschutzgesetz und die Richtwerte aus den Hinweisen zur Ermittlung und Beurteilung der optischen Immissionen von WKA (Windenergieanlagen-Schattenwurf-Hinweise) der Bund/Länder-Arbeitsgemeinschaft für Immissionsschutz (LAI) zu beachten.

wT03: 800 bzw. 400 m Abstand zu planverfestigten Siedlungsflächenausweisungen

Planerisch verfestigte Siedlungsflächenausweisungen einschließlich 800 m Abstand zu diesen (Siedlungen / Einzelhäuser) sowie 400 m Abstand bei planerisch verfestigten Gewerbeflächenausweisungen

Unter „planerisch verfestigten Siedlungsflächenausweisungen“ sind wirksame Flächennutzungsplandarstellungen zu verstehen, die in oder an Ortslagen liegen, innerhalb derer jedoch noch keine Siedlungstätigkeit vollzogen worden ist. Es handelt sich somit um Bereiche, die potenzielle Erweiterungsmöglichkeiten darstellen. Diese Entwicklungsräume für Siedlungs- und Gewerbeflächen sollen gesichert werden. Darüber hinaus werden in den gemeindlichen Flächennutzungsplänen dargestellte Sondergebietsausweisungen mit Erholungsnutzungen / besonders schützenswerten Nutzungen ebenfalls mit einem 800 m Abstand aufgrund ihrer Schutzwürdigkeit versehen. Hintergrund ist, dass diese Entwicklungsbereiche den Zielen der Raumordnung entsprechen, da hier bereits eine Abstimmung mit der Landesplanungsbehörde stattgefunden hat, und es sich somit um Flächen handelt, die zu einer auf Raumordnungsebene gewollten baulichen Entwicklung beitragen. Diese Entwicklungsmöglichkeiten sollen nicht durch eine Vorranggebietsausweisung beschränkt oder verhindert werden. Daher kommen je nach der dargestellten Nutzungsart, hier wohnbauliche, gewerbliche oder sonstige Flächen, die erforderlichen Abstände zur Anwendung.