BWE
Landesverband
Schleswig-Holstein

Diese Studie wurde finanziert durch folgende Sponsoren:

BürgerWindpark Diedersbüll

BÜRGERWINDPARK EMMELSBÜLL-HORSBÜLL

BÜRGERWINDPARK JANNEBY

getproject

UNSER WIND WIRD energie
Bürgerwindpark Stelle-Wittenwurth GmbH & Co. KG

DENKER & WULF AG
Dahin weht der Wind

ERNEUERBARE ENERGIEWERKE
Schleswig-Holstein

M.O.E.
MOELLER OPERATING ENGINEERING
CERTIFICATION · MEASUREMENT · INSPECTION

Schleswig-Holstein Wind GmbH

VFE Verein zur Förderung der Energiewende in Schleswig-Holstein

WEB Andresen
Wind- & Energieberatung

WES energy

WES Technische Betriebsführung

WES IMPULS PROJEKTGESELLSCHAFT

WES Verwaltung & Finanzen

WindPlan

WKN
PNE GROUP

Nutzbarkeit der Wind-Vorranggebiete für moderne Windenergieanlagen

Dr. Carsten Pape
11.05.2022

Fraunhofer IEE

Hintergrund des Vorhabens

- **Ausbaubedarf der Erneuerbaren Energien**
- **2%-Ziel des Koalitionsvertrags**
- **Im Jahr 2020 rechtskräftig gewordene Ausweisung von Vorranggebieten (mit Wirkung von Eignungsgebieten) mit einer Gesamtfläche von 321 km² / 2,04 % der Landesfläche**
- **Energiepolitisches Ziel des Landes: 10 GW bis 2025**

Spezifische Planungsvorgaben des Landes:

„Rotor-in“

Das Rotorblatt darf nicht über die Gebietsgrenze hinausragen

„5H/3H“

Einhaltung von Mindestabständen zur Wohnbebauung als Vielfaches der Gesamthöhe der Windenergieanlagen (analog zu 10 H in Bayern)

Zentrale Forschungsfragen:
- Wie groß ist die effektiv nutzbare Fläche…
- Welche Leistung ist installierbar…
- Welche Erträge sind zu erwarten…

} … bei Berücksichtigung praxisnaher Windenergieanlagen unter den planerischen Vorgaben „Rotor-in“ und „5H/3H“

 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

Was bedeutet „Rotor-in“?

Das Rotorblatt darf nicht über die Gebietsgrenze hinausragen

Gebietsgrenze der Windfläche = effektiv nutzbare Fläche bei Rotor-out

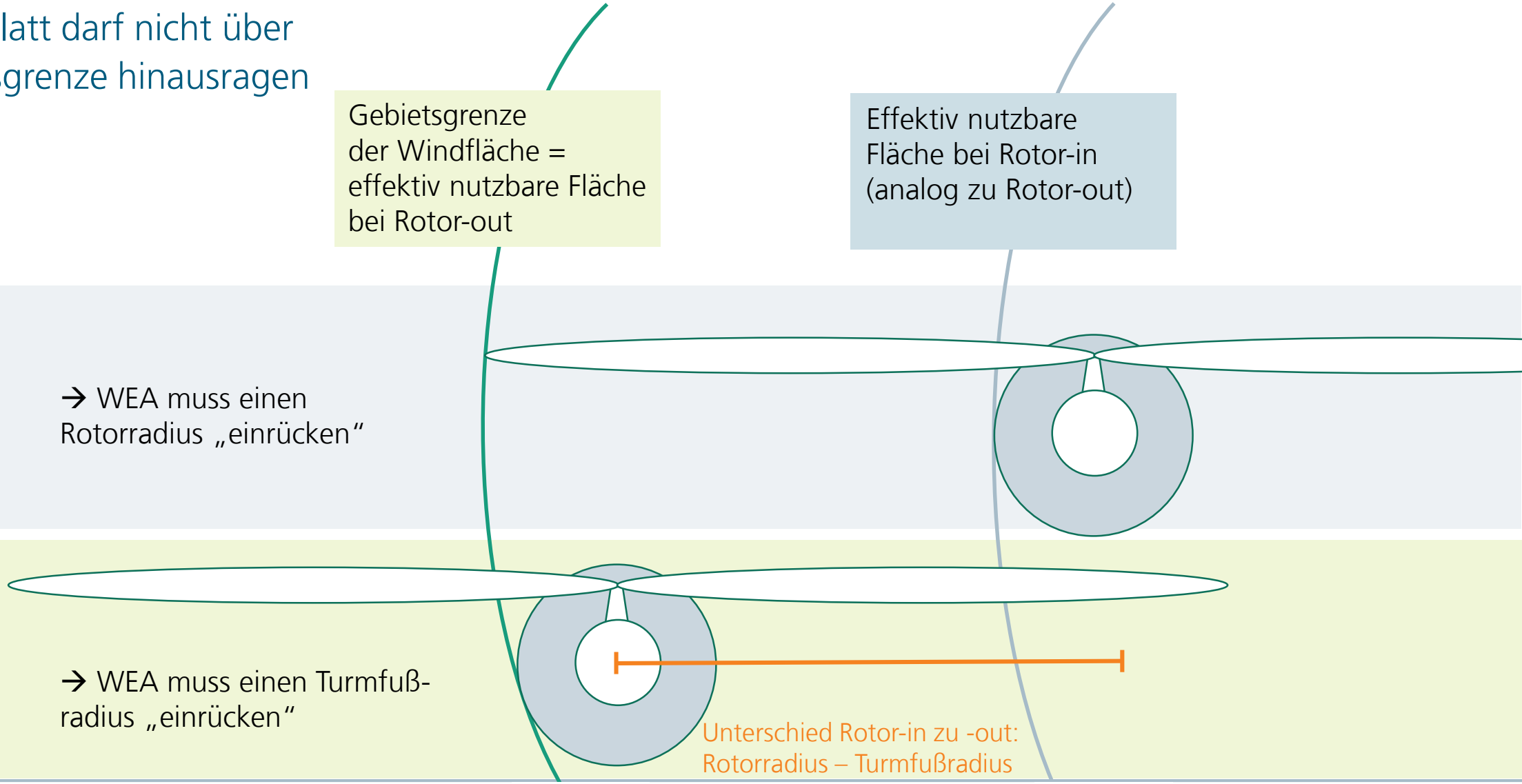
Effektiv nutzbare Fläche bei Rotor-in (analog zu Rotor-out)

Rotor-in:

→ WEA muss einen Rotorradius „einrücken“

Rotor-out:

→ WEA muss einen Turmfuß-radius „einrücken“



Unterschied Rotor-in zu -out: Rotorradius – Turmfußradius

 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

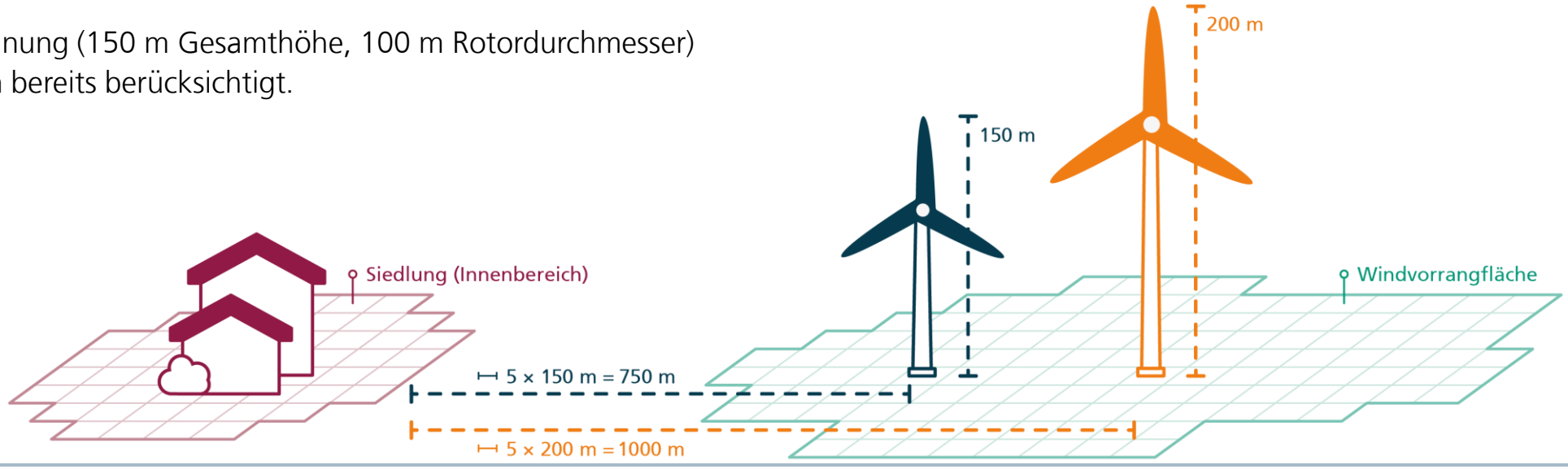
Was bedeutet „5H/3H“?

Abstandsvorgaben zur Wohnbebauung als Vielfaches der Anlagengesamthöhe

Windkraftanlagen müssen 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. Im bauplanungsrechtlichen Außenbereich nach § 35 BauGB ist ein Abstand von mindestens der dreifachen Gesamthöhe (3H) der Windkraftanlage zu Wohnnutzungen einzuhalten.
(Teilfortschreibung des Landesentwicklungsplans 2010, Kapitel 3.5.2)

Abbildung im Geoinformationssystem (GIS) erfolgt auf Basis der offiziellen Geodaten der Siedlungspuffer der Regionalplanung.

Referenzanlage der Regionalplanung (150 m Gesamthöhe, 100 m Rotordurchmesser) ist in den Gebietsausweisungen bereits berücksichtigt.



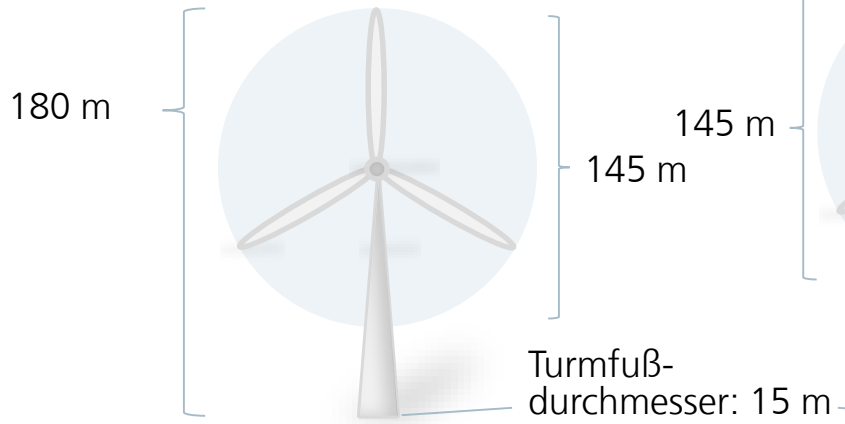
 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

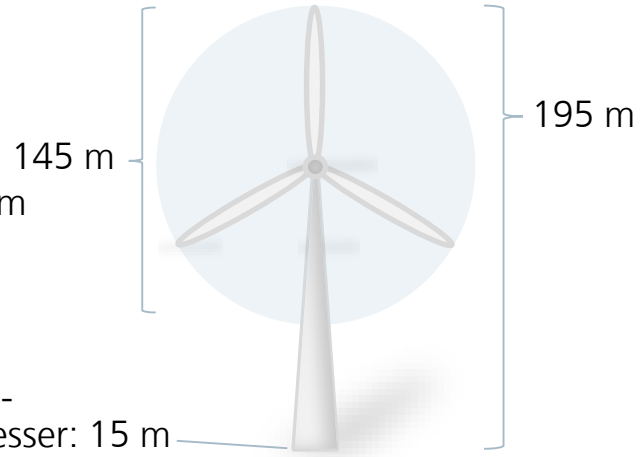
Annahmen Technologieentwicklung

Durchschnittliche Zubau-WEA bis 2030

Starkwind-WEA

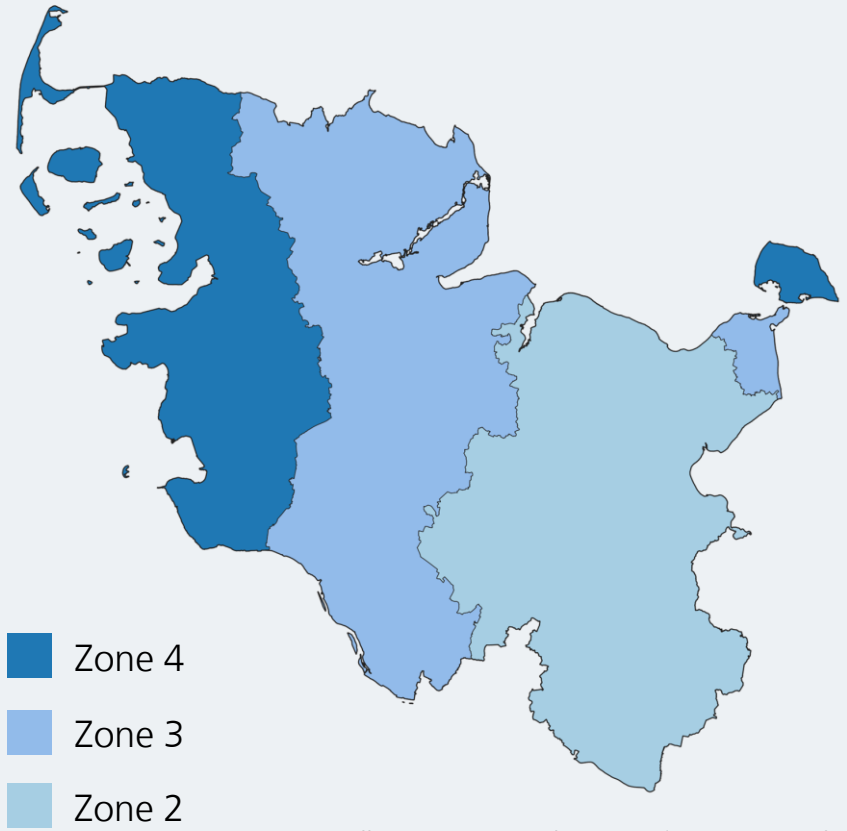


Mittelwind-WEA



Nennleistung	4,87 MW	4,38 MW
Nabenhöhe	107,5 m	122,5 m
Rotordurchmesser	**145 m**	**145 m**
Spez. Flächenleistung	295 W/m²	265 W/m²
Gesamthöhe	**180 m**	**195 m**
Windlastzone	Zonen 3 und 4	Zone 2

DIBt-Windlastzonen in Schleswig-Holstein



DIBt-Windlastzonen / Geobasis-DE (Daten verändert)

 © Fraunhofer IEE

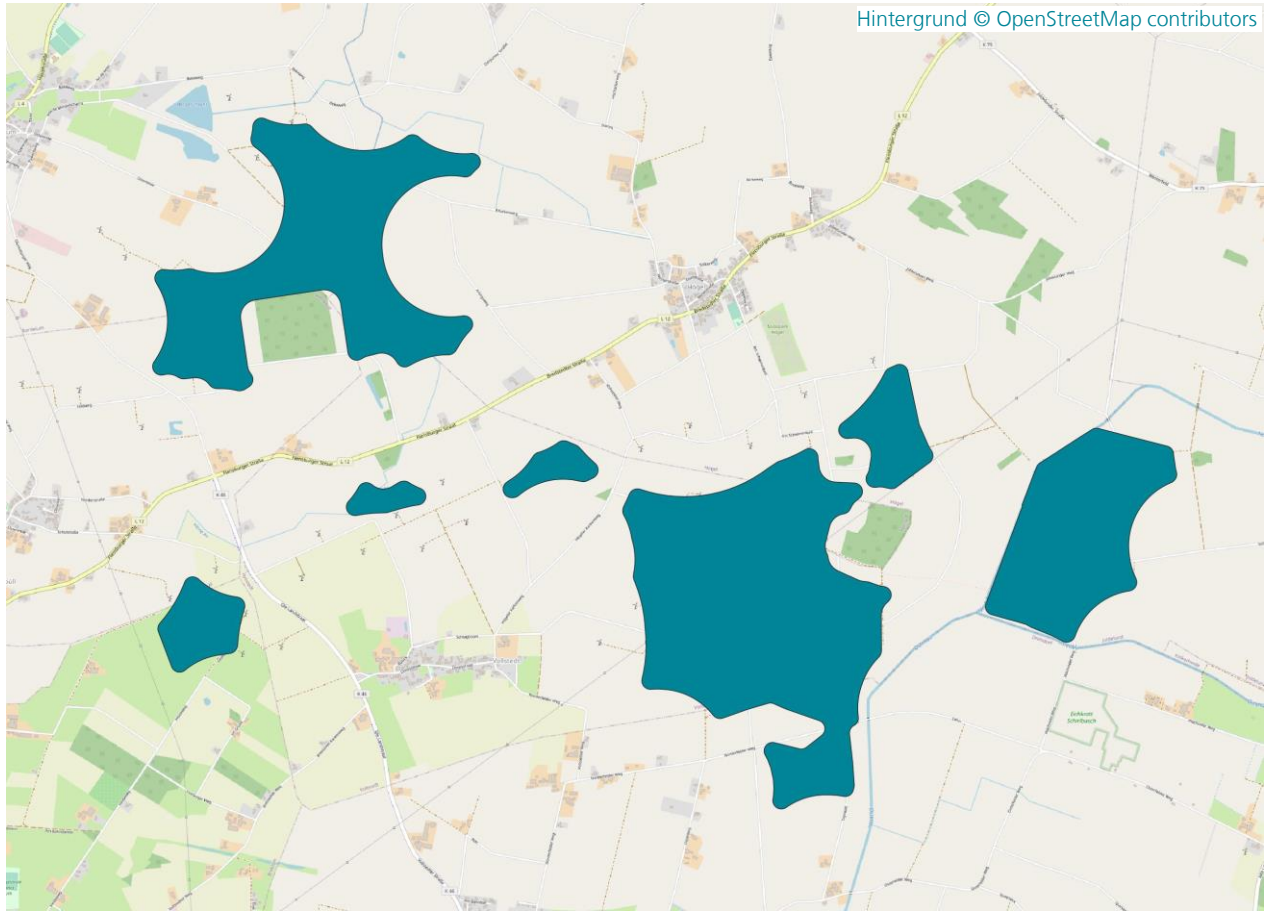
Fraunhofer IEE

Methodik

Flächen- und Leistungsermittlung

(1) GIS-Analyse ermittelt die tatsächlich bebaubaren Flächen

- Ausgangsflächen sind die Gebietsausweisungen der Regionalplanung



Ausgangsfläche

 © Fraunhofer IEE

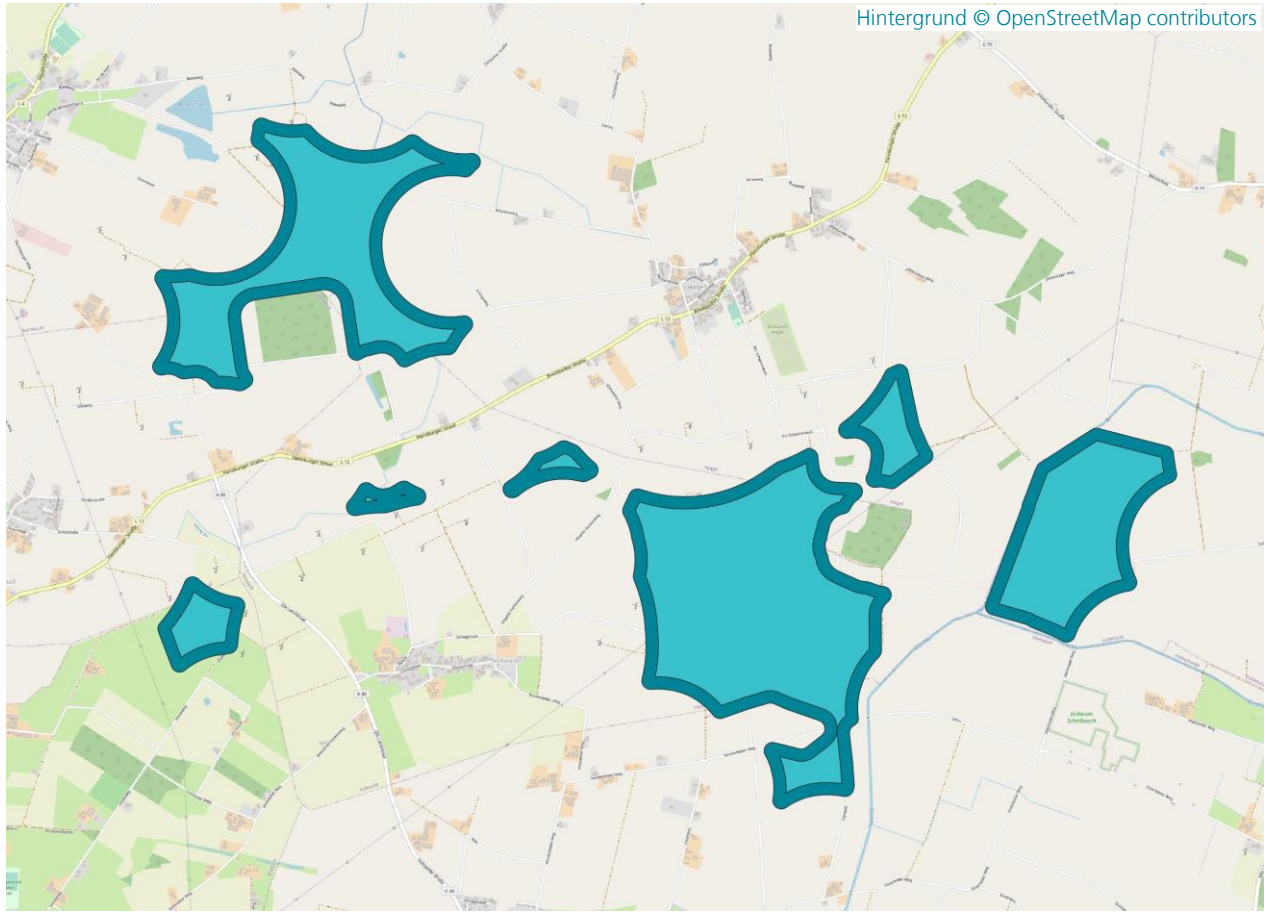
Fraunhofer IEE

Methodik

Flächen- und Leistungsermittlung

(1) GIS-Analyse ermittelt die tatsächlich bebaubaren Flächen

- Ausgangsflächen sind die Gebietsausweisungen der Regionalplanung
- Pufferung der Flächen nach innen für Abbildung von „Rotor-in“ (hier 72,5 m bei 145 m Rotordurchmesser)



 © Fraunhofer IEE

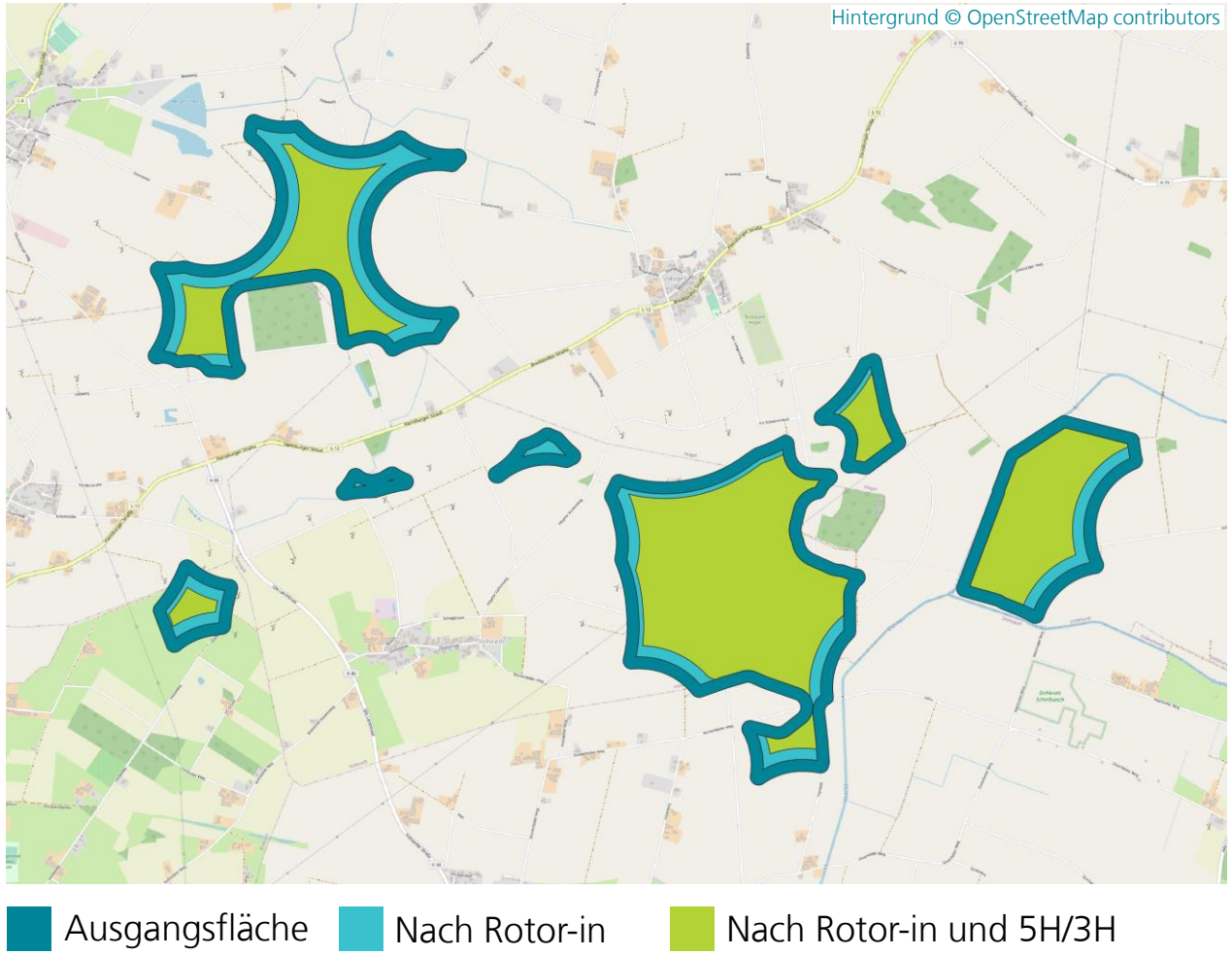
Fraunhofer IEE

Methodik

Flächen- und Leistungsermittlung

(1) GIS-Analyse ermittelt die tatsächlich bebaubaren Flächen

- Ausgangsflächen sind die Gebietsausweisungen der Regionalplanung
- Pufferung der Flächen nach innen für Abbildung von „Rotor-in“ (hier 72,5 m bei 145 m Rotordurchmesser)
- Pufferung der Wohnbauflächen und Verschneidung mit VRG



 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

Methodik

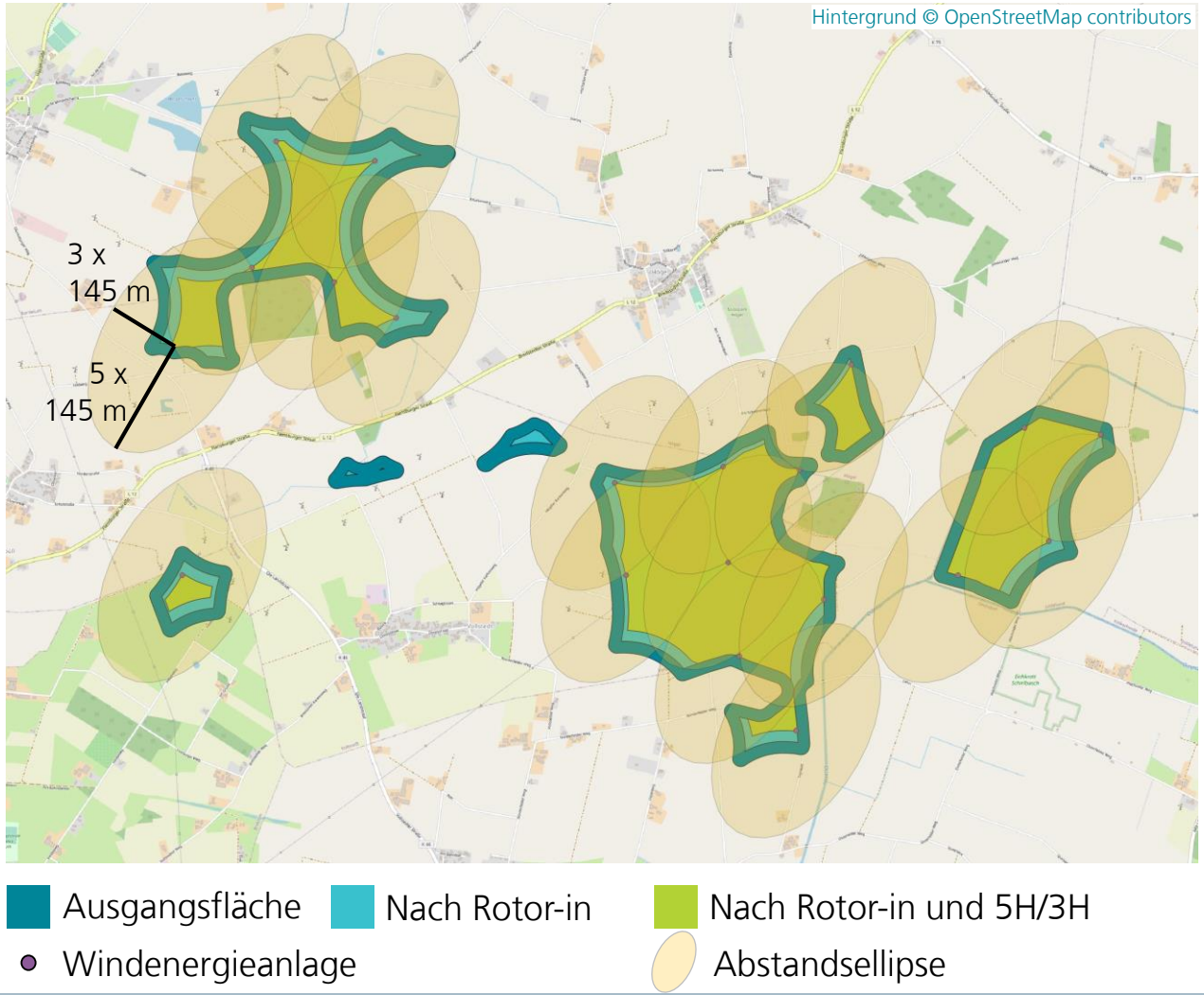
Flächen- und Leistungsermittlung

(1) GIS-Analyse ermittelt die tatsächlich bebaubaren Flächen

- Ausgangsflächen sind die Gebietsausweisungen der Regionalplanung
- Pufferung der Flächen nach innen für Abbildung von „Rotor-in“ (hier 72,5 m bei 145 m Rotordurchmesser)
- Pufferung der Wohnbauflächen und Verschneidung mit VRG

(2) Verteilung von Windenergieanlagen auf Windflächen

- Abstandsellipsen mit 5 Rotordurchmesser in Hauptwindrichtung und 3 Rotordurchmesser in Nebenwindrichtung
- Suchalgorithmus platziert sukzessive auf verbleibenden Flächen Windenergieanlagen



 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

Ergebnisse

Effekt von „Rotor-in“ auf Fläche und installierbare Leistung

Durch Rotor-in reduziert sich für Anlagen mit 145 m Rotordurchmesser die effektiv bebaubare Fläche auf 64 % ggü. den Gebietsausweisungen der Regionalplanung.

Tatsächlich bebaubare Fläche äquivalent zu einer „Rotor-out“-Planung umfasst 1,3 % der Landesfläche.

Trotz der Reduktion der effektiven Flächengröße nimmt die installierbare Leistung zu (+ 13 % ggü. 100 m-Rotordurchmesser Referenz-WEA*)

→ bessere Flächeneffizienz durch kleinere Flächen, die mit größeren WEA bebaut werden

(Die gezeigten Werte beziehen sich auf die gesamte Flächenkulisse in SH. Zwischen einzelnen Flächen können die Auswirkungen stark variieren)

*** Bei gleicher spezifischer Flächenleistung**

© Fraunhofer IEE

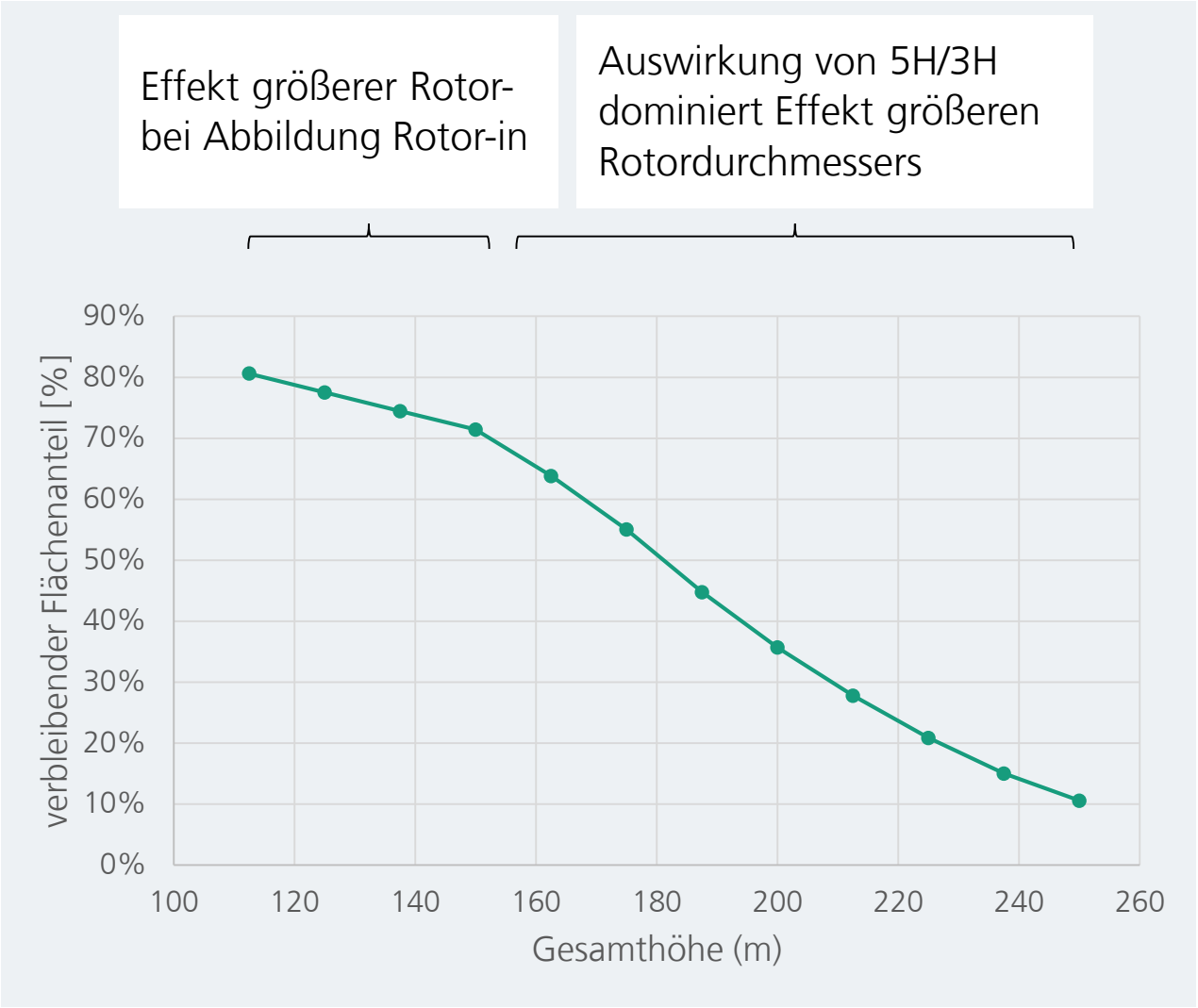
Ergebnisse

Einfluss der Gesamthöhe auf die effektiv bebaubare Fläche bei „Rotor-in“ und „5H/3H“

Variation der Gesamthöhe von 112,5 m bis 250 m

Bei den angenommenen Referenzanlagen (Starkwind 180 m, Mittelwind 195 m Gesamthöhe) beträgt die effektiv bebaubare Fläche nur ca. 50 % im Vergleich zu der 150 m hohen Referenzanlage der Regionalplanung

→ **Für moderne, wirtschaftlich relevante Windenergieanlagen beträgt die effektiv bebaubare Fläche daher eher 1% der Landesfläche**



(Die gezeigten Werte beziehen sich auf die gesamte Flächenkulisse in SH. Zwischen einzelnen Flächen können die Auswirkungen stark variieren)

 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

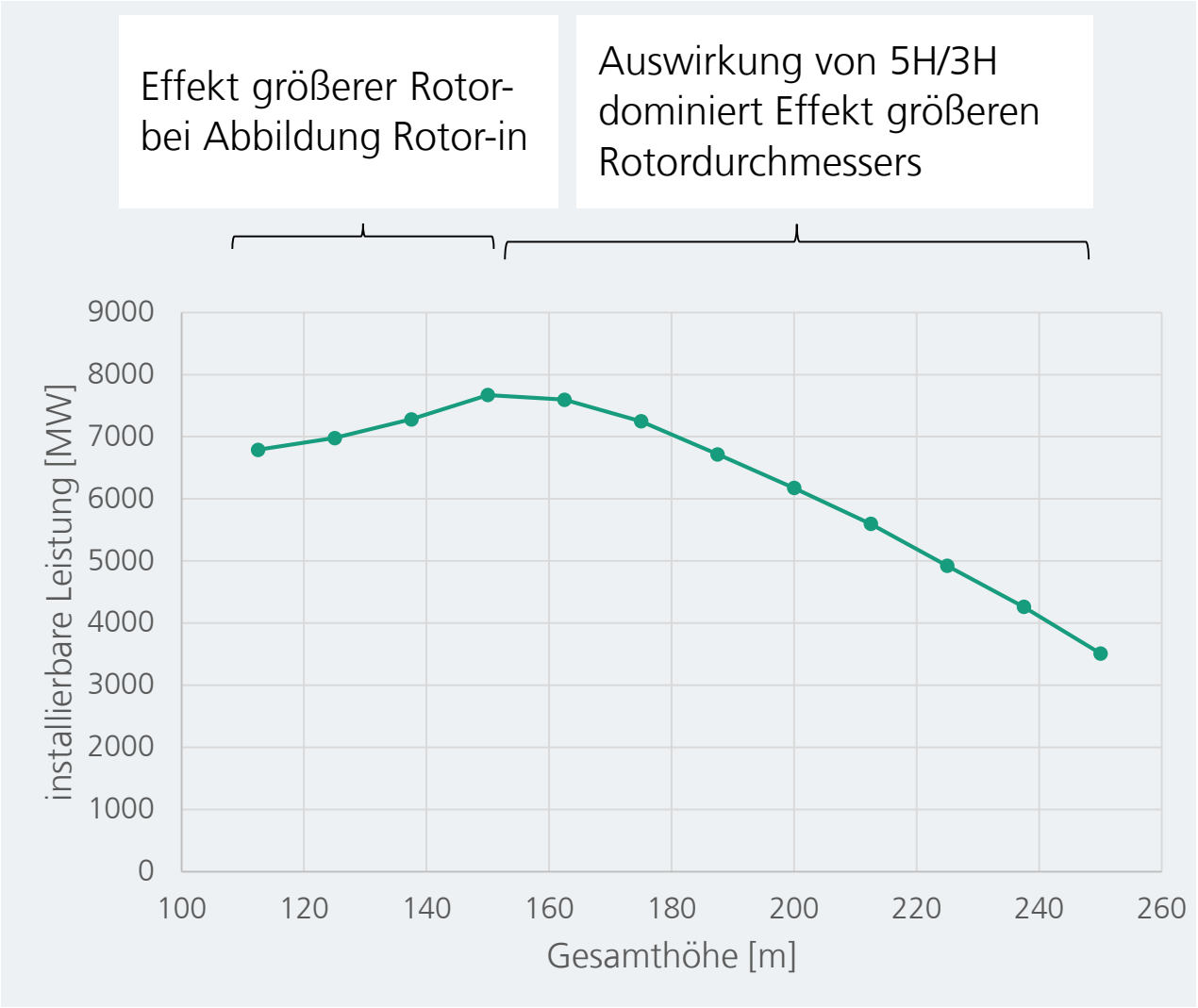
Ergebnisse

Einfluss der Gesamthöhe auf die installierbare Leistung bei „Rotor-in“ und „5H/3H“

Variation der Gesamthöhe von 112,5 m bis 250 m

Bei den angenommenen Referenzanlagen (Starkwind 180 m, Mittelwind 195 m Gesamthöhe) lassen sich nur noch 89 % der Leistung ggü. der Referenzanlage der Regionalplanung installieren*.

→ Durch die „5H/3H“-Vorgabe reduziert sich die auf den Flächen installierbare Leistung wenn längerfristig größere Anlagen errichtet werden.



(Die gezeigten Werte beziehen sich auf die gesamte Flächenkulisse in SH. Zwischen einzelnen Flächen können die Auswirkungen stark variieren)
*** Bei gleicher spezifischer Flächenleistung**

 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE

Berücksichtigung Bestandsanlagen und Genehmigungen

Hochrechnung für 2025 und 2030

Durch Rückbau von Bestandsanlagen außerhalb der Flächen sowie Rotor-in und 5H/3H kann es längerfristig zu einer Reduktion der Leistung kommen.

→ Stagnation bzw. Rückgang der installierbaren Leistung zwischen 2025 und 2030

→ Durchschnittliche Erträge des angenommenen Anlagenbestands in 2030 belaufen sich auf etwa 25 bis 30 TWh und werden durch Abschaltungen (EinsMan, Artenschutz, schall-reduzierter Betrieb, Markt, ...) weiter reduziert.

→ Für den langfristigen Ausbaubedarf in Schleswig-Holstein reicht die Flächenkulisse nicht aus.

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

© Fraunhofer IEE

Fazit

2 Prozent sind nicht gleich 2 Prozent

- **Die im Rahmen der Regionalplanung zu Beginn des Aufstellungsprozesses festgelegte Referenzanlage (100 m Rotordurchmesser, 150 m Gesamthöhe) ist nicht mehr aktuell.**
- **Die Vorgaben „Rotor-in“ und „5H/3H“ schränken für moderne Windenergieanlagen die Nutzbarkeit der Flächen stark ein.**
- **Die von der Bundesregierung angestrebten 2 % der Landesfläche werden mit der Flächenkulisse aus 2020 nicht erfüllt.**
- **Für das 2%-Ziel der Bundesregierung und für die klimapolitischen Ziele Schleswig-Holsteins müssen neue / zusätzliche Flächen bereitgestellt werden.**

© Fraunhofer IEE

Kontakt

Dr. Carsten Pape
Szenarien und Systemmodellierung
Tel. +49 (0)561 7294 265
Fax +49 (0)561 7294 100
carsten.pape@iee.fraunhofer.de

Fraunhofer-Institut für Energiewirtschaft und Energiesystemtechnik IEE
Joseph-Beuys-Straße 8
34117 Kassel
www.iee.fraunhofer.de

Fraunhofer
IEE

Backup

Entwicklung der Anlagentechnologie

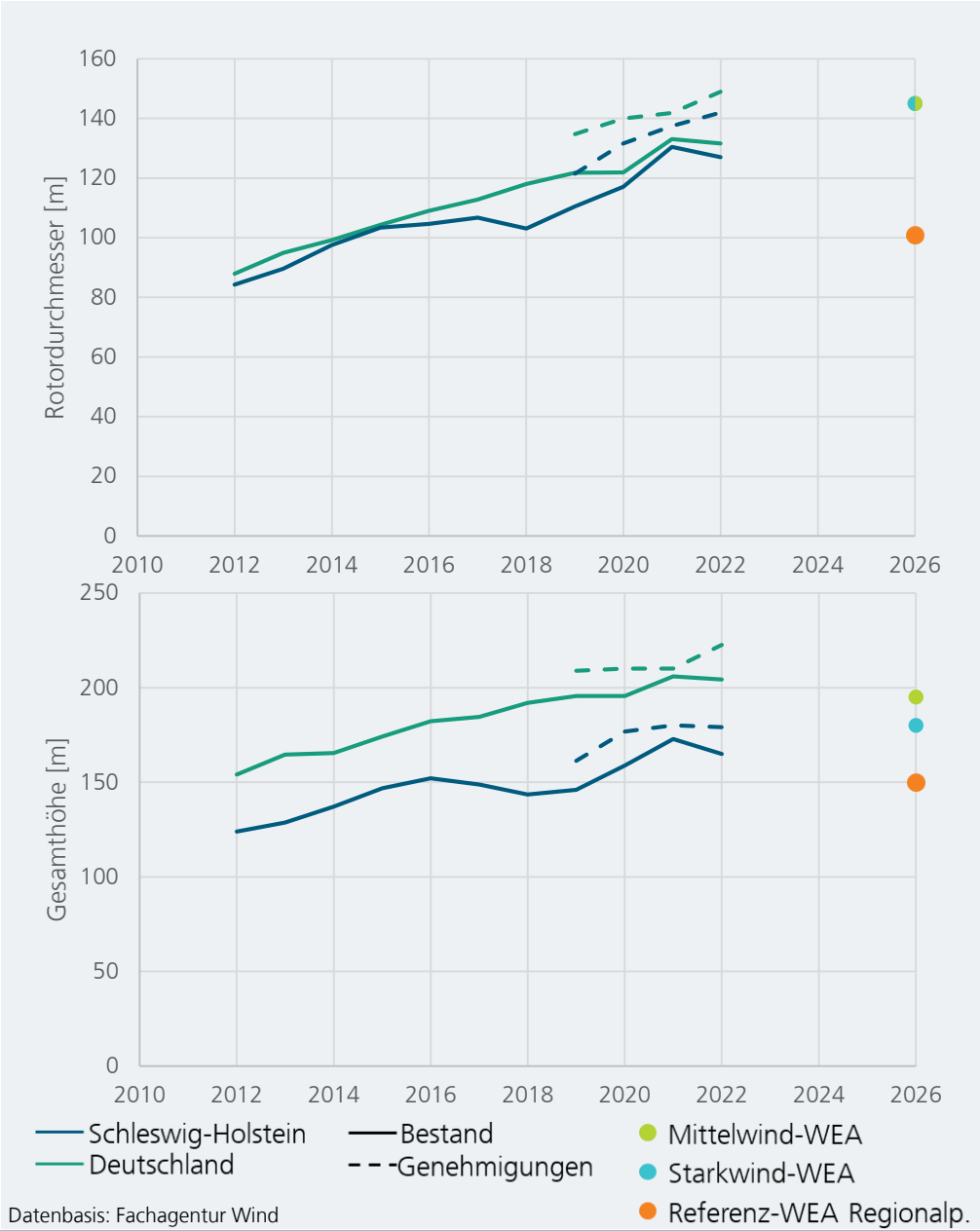
Deutlicher Trend zu größeren, leistungsfähigeren Anlagen

Referenzanlagen sollen den Zubau zwischen heute und 2030 abbilden (hier exemplarisch als WEA für 2026 dargestellt)

Referenzanlage der Regionalplanung:

100 m Rotordurchmesser, Nabenhöhe 100 m, 150 m Gesamthöhe

→ Spiegelt nicht mehr den aktuellen Anlagenzubau wider



Datenbasis: Fachagentur Wind

 © Fraunhofer IEE

Fraunhofer IEE