



Sachlicher Teilregionalplan Windenergienutzung 2027 der Region Havelland-Fläming

**Herleitung und Begründung
von Parametern einer Windenergieanlage,
die bei Abwägungsentscheidungen zur Festlegung von
Vorranggebieten für die Windenergienutzung
typisierend zugrunde gelegt werden
(Referenzanlage)**

(Mai 2023)

Erarbeitet durch die
Regionale Planungsstelle
Oderstraße 65
14513 Teltow
www.havelland-flaeming.de

Inhaltsverzeichnis

I.	Anlass und Zweck der Herleitung und Begründung einer Referenzanlage	3
II.	Windenergieanlagen im Land Brandenburg	3
III.	Windenergieanlagen, deren Errichtung und Betrieb in der Region Havelland-Fläming im Betrachtungszeitraum beantragt wurden	5
IV.	Referenzanlage	6
V.	Quellen.....	7
VI.	Anhang.	

Abkürzungsverzeichnis

LEP HR	Landesentwicklungsplan Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg
Lw max	Schallleistungspegel (Maximalwert)
Lw min	Schallleistungspegel (Minimalwert)
Lw mittel	Schallleistungspegel (Durchschnittswert)
MW	Megawatt
NH max	Nabenhöhe (Maximalwert)
NH min	Nabenhöhe (Minimalwert)
NH mittel	Nabenhöhe (Durchschnittswert)
Pn max	Nennleistung (Maximalwert)
Pn min	Nennleistung (Minimalwert)
Pn mittel	Nennleistung (Durchschnittswert)
RD max	Rotordurchmesser (Maximalwert)
RD min	Rotordurchmesser (Minimalwert)
RD mittel	Rotordurchmesser (Durchschnittswert)
dB	Dezibel
m	Meter
m/s	Meter je Sekunde

I. Anlass und Zweck der Herleitung und Begründung einer Referenzanlage

Durch das Ziel 8.2 des Landesentwicklungsplans Hauptstadtregion Berlin-Brandenburg (LEP HR) wird den Regionalen Planungsgemeinschaften im Land Brandenburg die Aufgabe übertragen, Festlegungen zur Steuerung der Windenergienutzung vorzunehmen. Dazu sollen im Sachlichen Teilregionalplan Windenergienutzung 2027 Vorranggebiete für die Windenergienutzung festgelegt werden. In den Vorranggebieten für die Windenergienutzung sind andere raumbedeutsame Funktionen oder Nutzungen ausgeschlossen, soweit diese nicht mit der Windenergienutzung vereinbar sind. Die innergebietliche Wirkung der Vorranggebiete beschränkt sich auf eine positive Nutzungszuweisung zugunsten der Windenergienutzung auf der Grundlage einer abschließenden Abwägung als Ziel der Raumordnung. Eine darüber hinaus gehende innergebietliche Steuerung in dem Sinn, dass Anlagenstandort und Anlagenparameter bestimmt werden, wird hingegen nicht bewirkt.

Für bestimmte regionalplanerische Entscheidungen sind fallweise jedoch auch begründete Annahmen zu bestimmten Anlageparametern zugrunde zu legen. Das betrifft zum Beispiel immissionsschutzrechtliche Mindestabstände, kann aber auch für Abstände in Bezug auf Infrastrukturtrassen und andere konfligierende Nutzungen von Bedeutung sein.

Einflussreiche Parameter sind beispielsweise die Nennleistung, Rotordurchmesser, Nabenhöhe und die verursachten Schallemissionen.

Diese Parameter können große Unterschiede aufweisen. Sie variieren vor allem zwischen den verschiedenen Nennleistungsklassen, sind aber auch innerhalb einer Größenklasse herstellere- und typenabhängig verschieden. Die auf der Ebene der Regionalplanung zu treffenden Abwägungsentscheidungen können jedoch nicht auf der Grundlage variabler Parameter vorgenommen werden bzw. von noch nicht konkretisierten Leistungs- und Konstruktionsmerkmalen der später in den Vorranggebieten zu errichtenden Anlagen abhängen.

Der Regionalen Planungsgemeinschaft kommt daher ein Beurteilungsspielraum und die Befugnis zur Typisierung zu. Das heißt, ihre planerischen Entscheidungen können an einer Referenzanlage ausgerichtet sein, deren Parameter auf der Grundlage begründeter Annahmen und mit dem Rückgriff auf Erfahrungswerte definiert werden. Die Festlegung der Referenzparameter muss dabei nicht ausschließlich auf den vorhandenen Anlagenbestand bezogen sein, sondern kann auch eine begründete Prognose für die im Planungszeitraum voraussichtlich stattfindende Entwicklung berücksichtigen.

Die vorliegende Ausarbeitung hat zum Ziel, eine solche Referenzanlage mit den relevanten technischen Parametern herzuleiten.

II. Windenergieanlagen im Land Brandenburg

Für die Herleitung der Parameter einer Referenzanlage wurden von der Regionalen Planungsstelle Daten über Windenergieanlagen im Land ausgewertet, die vom Landesamt für Umwelt herausgegeben werden. [4] Betrachtet wurden die Parameter von Anlagen, die im Zeitraum vom 01.01.2019 bis zum 31.12.2022 im Land Brandenburg in Betrieb genommen wurden, deren Errichtung und Betrieb in diesem Zeitraum genehmigt wurden oder deren Errichtung und Betrieb in diesem Zeitraum beantragt war.

Ausgewertet wurden die folgenden Parameter:

- Nennleistung
- Rotordurchmesser

- Nabenhöhe
- Schalleistungspegel

Für diese Parameter wurden die folgenden Werte ermittelt:

- Maximaler Wert
- Minimaler Wert
- Durchschnittswert

Für die Parameter Nennleistung, Rotordurchmesser und Nabenhöhe wurden insgesamt 986 Datensätze ausgewertet. Aufgrund teilweise fehlender Angaben konnten für den Parameter Nennschalleistungspegel nur 188 Datensätze ausgewertet werden. Die Ergebnisse sind in Tabelle 1 des Anhangs dargestellt.

Um regionale Besonderheiten erfassen zu können, wurde diese Auswertung in einem zweiten Arbeitsschritt auf Anlagen im Gebiet der Region Havelland-Fläming beschränkt. Dazu wurden Daten verwendet, die von der Regionalen Planungsstelle im Zusammenhang mit der Beteiligung in den immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren erfasst wurden. Der Parameter Schalleistungspegel wurde typenbezogenen nach Angabe der Hersteller der Windenergieanlagen ermittelt und zugeordnet. Das Ergebnis ist in Tabelle 2 des Anhangs dargestellt.

Auf der Grundlage dieser Daten können folgende Feststellungen getroffen werden:

1. In allen drei Kategorien (in Betrieb genommen, genehmigt und im Genehmigungsverfahren) kommen sowohl kleinere Anlagen der 2-Megawatt-Klasse als auch große Anlagen mit 6 und 7 Megawatt Nennleistung vor.
2. Anlagen, die im Betrachtungszeitraum in Betrieb gegangen sind, weisen durchschnittlich geringere Parameter auf als diejenigen Anlagen, die sich im Genehmigungsverfahren befanden bzw. die im Betrachtungszeitraum genehmigt wurden.
3. Erhebliche Unterschiede zwischen Anlagen im Gebiet der Region Havelland-Fläming und denen im gesamten Land Brandenburg können nicht festgestellt werden.

Auf der Grundlage der ermittelten Durchschnittswerte könnte eine Referenzanlage der 5-MW-Klasse mit einem Rotordurchmesser von 140 Metern und einer Nabenhöhe von 150 Metern in Betracht gezogen werden.

Auf Basis der ermittelten Maximalwerte ergäben sich eine 7-Megawatt-Anlage mit 170 Meter Rotordurchmesser und 170 Meter Nabenhöhe. Da erkennbar weitere Anlagen unterschiedlicher Größenklassen zum Einsatz kommen, ist es jedoch nicht ausreichend gerechtfertigt, die Referenzwerte an den extremen Parametern auszurichten.

Grundsätzlich sollten die Parameter der Referenzanlage an den Parametern derjenigen Anlagen orientiert sein, mit deren Einsatz gegenwärtig und in der näheren Zukunft gerechnet werden kann. Daher ist es sachgerecht, sich für die zutreffenden Entscheidungen auf die Parameter derjenigen Anlagen zu beziehen, die sich gegenwärtig in Genehmigungsverfahren befinden. Die durchschnittlichen Parameter dieser Anlagen entsprechen etwa den zuvor benannten Durchschnittswerten für alle Anlagen. Es ist jedoch zu bedenken, dass aufgrund der teilweise langen Dauer von Genehmigungsverfahren in dieser Kategorie auch Anlagen erfasst werden, mit deren Planung bereits vor Beginn des Betrachtungszeitraums begonnen wurde und über deren Beantragung daher auf der Grundlage eines nicht mehr aktuellen Stands der Technik entschieden wurde. Um diesen Einflussfaktor zu verringern, ist es erforderlich nur

diejenigen Anlagen zu betrachten, für deren Genehmigung der Antrag innerhalb des Betrachtungszeitraums gestellt wurde.

III. Windenergieanlagen, deren Errichtung und Betrieb in der Region Havelland-Fläming im Betrachtungszeitraum beantragt wurden

Um ausschließlich Anlagen zu erfassen, deren Einsatz aktuell beabsichtigt ist, sind die Datensätze derjenigen Anlagen zu berücksichtigen, für die ein Antrag auf Errichtung und Betrieb innerhalb des Betrachtungszeitraums gestellt wurde.

Da sich diese Informationen aus den Daten des Landesumweltamtes nicht ableiten lassen, konnten in diesem Arbeitsschritt nur Daten ausgewertet werden, die von der Regionalen Planungsstelle erfasst worden sind und sich daher auch nur auf das Gebiet der Region Havelland-Fläming beziehen. Ausgewertet wurden Datensätze von Anlagen, für die der Regionalen Planungsstelle eine Antragstellung im Zeitraum zwischen dem 01.01.2019 und dem 28.02.2023 bekannt geworden ist. Berücksichtigt wurden die jeweils größten Werte eines Parameters, was insbesondere für die Nabenhöhe von Bedeutung ist, da Generatoren gleicher Größe auf unterschiedlich hohen Masten montiert werden können. Das Ergebnis ist in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Tabelle 1: Parameter von Windenergieanlagen, deren Errichtung und Betrieb im Zeitraum vom 01.01.2019 bis zum 28.02.2023 im Gebiet der Region Havelland-Fläming beantragt wurden

Anlagentyp	Pn max ¹	RD max ²	NH max ²	Lw max ³	Anzahl
Nordex N163	6,8	163	164	106,4	19
Nordex N149	5,7	149	125	104,8	13
VESTAS V162	7,2	162	169	104,9	7
GE 5.5-158	5,5	158	161	106,0	4
ENERCON E-138 EP3 E3	4,3	138	160	106,0	2
ENERCON E-138 EP3 E2	4,2	138	160	106,0	2
VESTAS V150	6,0	150	169	104,8	1
ENERCON E-82	2,3	82	108	102,0	1
Durchschnitt Top 3	6,5	158	152	105,6	39
Durchschnitt Top 7	6,2	156	154	105,6	48

Daten: Regionale Planungsstelle Havelland-Fläming 2023

Zu diesen Daten lassen sich folgende Aussagen treffen:

- Es ist der Einsatz von Anlagen unterschiedlicher Größenklassen beabsichtigt. Die 2-MW-Klasse ist mit nur einer Anlage vertreten und kann daher für die weitere Betrachtung unberücksichtigt bleiben.
- Am häufigsten sind Anlagen mit mehr als sechs Megawatt Nennleistung vertreten (53 Prozent).
- Bei den Nabenhöhen zeigen sich überwiegend Werte von mehr als 160 Metern, wobei bei 13 Anlagen (27 Prozent) auch kleinere Masten zum Einsatz kommen sollen.

¹ in Megawatt

² in Metern

³ in Dezibel

- Über die Hälfte (61 Prozent) der beantragten Anlagen weisen einen Rotordurchmesser von etwa 160 auf.
- Die Parameter des maximalen Schalleitungspegels variieren. Ein Zusammenhang zwischen maximaler Nennleistung und maximalem Schalleitungspegel ist nicht erkennbar. Der ermittelte Durchschnittswert entspricht etwa demjenigen Wert, der auf der Grundlage der Auswertung der Daten des Landesamtes für Umwelt als Durchschnittswert festgestellt wurde. (siehe Anhang Tabelle 1 und 2)

Für alle aufgeführten Anlagentypen konnte eine Anlaufgeschwindigkeit von 3 Metern je Sekunde ermittelt werden. (in der Tabelle 1 nicht dargestellt)

Für die Festlegung der Parameter einer Referenzanlage muss berücksichtigt werden, dass eine relativ kleine Grundgesamtheit ausgewertet wurde. Die Ergebnisse haben daher keinen zuverlässigen statistischen Aussagewert.

Aufgrund der im Regionsgebiet vorherrschend vergleichsweise geringen bis mittleren durchschnittlichen Windgeschwindigkeiten ([12] Seite 7) kann angenommen werden, dass grundsätzlich ein Interesse besteht, Anlagen mit großen Nabenhöhen und mit großer überstrichener Rotorfläche im Verhältnis zur Generatorleistung zum Einsatz zu bringen, da sich diese Parameter positiv auf den energetischen Ertrag auswirken. Größere Turmhöhen und längere Rotorblätter führen jedoch auch zu höheren Material- und damit Installationskosten, die nur dann wirtschaftlich gerechtfertigt sind, wenn eine entsprechende Steigerung der Volllaststunden erreicht werden kann. ([3] Seite 22) Es ist daher nicht gerechtfertigt, grundsätzlich davon auszugehen, dass der Einsatz von besonders großen Anlagen allgemein bevorzugt wird.

IV. Referenzanlage

Aufgrund der vorgenommenen Datenauswertung kann festgestellt werden, dass gegenwärtig und in naher Zukunft voraussichtlich Windenergieanlagen mit unterschiedlichen Parametern zum Einsatz kommen werden.

Allgemein ist eine Tendenz zur Bevorzugung größerer Anlagen mit mindesten 5 Megawatt Nennleistung zu erkennen. Anhand der im Betrachtungszeitraum, Januar 2019 bis Februar 2023, gestellten Genehmigungsanträge im Gebiet der Region Havelland-Fläming kann eine Bevorzugung von Anlagen mit mindestens 6 Megawatt Nennleistung festgestellt werden.

Aufgrund der getroffenen Feststellungen ist es gerechtfertigt, als Referenzanlage für das Gebiet der Region eine Windenergieanlage der 6-Megawatt-Klasse festzulegen. Unter Berücksichtigung der ermittelten konstruktiven Merkmale dieser Anlagen können die nachfolgenden Parameter einer Referenzanlage festgelegt werden:

- Nennleistung: 6,2 MW
- Rotordurchmesser: 160 m
- Nabenhöhe: 160 m
- Gesamthöhe: 240 m
- maximaler Schalleitungspegel: 105,6 dB
- Anlaufwindgeschwindigkeit: 3 m/s

V. Quellen

- [1] Enercon GmbH: Datenblatt ENERCON Windenergieanlage E-82 E2 / 2300 kW mit TES (Trailing Edge Serrations), https://www.uvp-verbund.de/documents-igen/igc_sl/300CF33D-C1D3-4219-A0F4-0B46BA24EC3B/05_Datenblatt_E-82_E2_2300_kW_mit_TES.pdf
- [2] Enercon GmbH: Technisches Datenblatt Betriebsmodus 01 s und leistungsreduzierte Betriebe ENERCON Windenergieanlage E-138 EP3 E2 / 4200 kW mit TES (Trailing Edge Serrations), <https://www.wind-turbine-models.com/turbines/2359-enercon-e-138-ep3-e3>
- [3] Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE (2021): Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/DE2021_ISE_Studie_Stromgestehungskosten_Erneuerbare_Energien.pdf
- [4] Landesamt für Umwelt Brandenburg (2023): Windkraftanlagen im Land Brandenburg, <https://metaver.de/trefferanzeige?docuuid=45C506E5-3E9D-4DE2-9073-C3DB636CE7CF>
- [5] Lucas Bauer, Silvio Matysik: GE General Electric Haliade 150-6MW, <https://www.wind-turbine-models.com/turbines/1446-ge-general-electric-haliade-150-6mw>
- [6] Lucas Bauer, Silvio Matysik: Enercon E-138 EP3 E3, <https://www.wind-turbine-models.com/turbines/2359-enercon-e-138-ep3-e3>
- [7] Lucas Bauer, Silvio Matysik: Vestas V136-3.45, <https://www.wind-turbine-models.com/turbines/1282-vestas-v136-3.45>
- [8] Lucas Bauer, Silvio Matysik: GE General Electric 5.5-158 Cypress, <https://www.wind-turbine-models.com/turbines/2306-ge-general-electric-5.5-158-cypress#companies>
- [9] Nordex SE (2021): Nordex gibt mit N163/6.X Turbine Einstieg in die 6-MW-Klasse bekannt, <https://www.nordex-online.com/de/2021/09/nordex-se-nordex-gibt-mit-n163-6-x-turbine-einstieg-in-die-6-mw-klasse-bekannt/>
- [10] Nordex SE: N131/3900, <https://www.nordex-online.com/de/product/n131-3900/>
- [11] Nordex SE: N149/5.X, <https://www.nordex-online.com/de/product/n149-5x/>
- [12] Regionale Planungsgemeinschaft Havelland-Fläming (2023): Eignung des Planungsraums für den Betrieb von Windenergieanlagen (Windhöufigkeit), unveröffentlicht
- [13] The Wind Power: Vestas 90/2000, https://www.thewindpower.net/turbine_de_32_vestas_v90-2000.php
- [14] Vestas Wind Systems A/S (2022): EnVentus^{PM} Plattform, https://www.vestas.de/content/dam/vestas-com/de/anlagentechnologie/EnVentus-Plattform_Q1-2022_Vestas-Brochure_DE_WEB.pdf.coredownload.inline.pdf
- [15] Wikipedia: Liste der Windkraftanlagen von Enercon, https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_der_Windkraftanlagentypen_von_Enercon

Alle URL zuletzt aufgerufen am 15. Mai 2023.

VI. Anhang

Tabelle 1 Parameter von Windenergieanlagen im Land Brandenburg im Zeitraum 01.01.2019 bis 31.12.2022

Status	Pn Mittel ⁴	Pn max ⁴	Pn min ⁴	RD mittel ⁵	RD max ⁵	RD min ⁵	NH mittel ⁵	NH max ⁵	NH min ⁵	Anzahl
im Genehmigungsverfahren	5,1	7,2	2,0	149	170	71	156	169	91	502
in Betrieb genommen	3,9	6,0	2,0	131	162	79	144	166	85	288
vor Inbetriebnahme (genehmigt)	5	6,8	2,3	149	163	71	156	169	83	196
alle Datensätze	4,7	7,2	2,0	144	170	71	152	169	83	986

Status	Lw mittel ⁶	Lw max ⁶	Lw min ⁶	Anzahl
im Genehmigungsverfahren	105,6	108,1	101,8	116
in Betrieb genommen	105,7	107,3	104,7	45
vor Inbetriebnahme (genehmigt)	104,8	107,3	100,0	27
alle Datensätze	105,5	108,1	100,0	188

Daten: Landesamt für Umwelt Brandenburg [3]

⁴ in Megawatt

⁵ in Metern

⁶ in Dezibel

Tabelle 2 Parameter von Windenergieanlagen in der Region Havelland-Fläming 01.01.2019 bis 31.12.2022

Status	Pn mittel ⁷	Pn max ⁷	P min ⁷	RD mittel ⁸	RD max ⁸	RD min ⁸	NH mittel ⁸	NH max ⁸	NH min ⁸	Anzahl
im Genehmigungsverfahren	5,6	7,2	2,3	152	164	82	152	169	108	41
in Betrieb genommen	3,7	5,7	2,3	124	150	82	145	166	105	28
vor Inbetriebnahme (genehmigt)	4,6	6,8	3,2	146	163	130	132	169	105	28
alle Datensätze	4,8	7,2	2,3	142	163	82	144	169	105	97

Status	Lw mittel ⁹	Lw max ⁹	Lw min ⁹	Anzahl
im Genehmigungsverfahren	105,7	106,5	102,0	41
in Betrieb genommen	105,4	107,1	102,0	28
vor Inbetriebnahme (genehmigt)	105,9	108,0	104,8	28
alle Datensätze	105,7	108,0	102,0	97

Daten: Regionale Planungsstelle Havelland-Fläming und [1], [2], [5], [6], [7], [8], [9], [10], [11], [13], [14], [15]

⁷ in Megawatt

⁸ in Metern

⁹ in Dezibel