

**OWP Gennaker GmbH**  
Stephanitorsbollwerk 3  
D-28217 Bremen

**WetterWelt GmbH**  
Schauenburgerstraße 116  
D-24118 Kiel

Bearbeiter:  
Dipl.-Met. Sebastian Wache

Ansprechpartner:  
Dipl. Met. Alina Dux  
mail@wetterwelt.de  
T: 0431 97 99 080

Kiel, 11. Mai 2022



# Gutachten

## über die Sichtbarkeit des Offshore-Windparks "Gennaker"

Dieses Gutachten ist urheberrechtlich geschützt. Es darf Dritten, ausgenommen für die Vertretung eigener, sich aus dem Zweck des Auftrages ergebender Interessen, in vervielfältigter Form auch auszugsweise nur mit Genehmigung der WetterWelt GmbH zugänglich gemacht werden.

## Inhaltsverzeichnis:

1.1. Auftraggeber.....	3
1.2. Auftragnehmer .....	3
1.3. Aufgabenstellung.....	3
2. Darlegung der Datenbasis.....	3
3. Allgemeine Begriffsbestimmungen .....	8
4. Vorschriften der jeweils geltenden Fassungen .....	9
4.1. WSV-Rahmenrichtlinie / WSV-Rahmenvorgaben für Schifffahrtshindernisse.....	9
4.2. Allgemeine Verwaltungsvorschrift für Luftfahrthindernisse.....	9
5. Erläuterung zum Verfahren zur Bestimmung der Sichtweite .....	10
6. Einflussgrößen .....	11
6.1. Geometrische Bedingungen.....	11
6.2. Meteorologische Bedingungen .....	13
6.3. Häufigkeiten von Sichtstufen im Tages- und Jahresgang .....	13
6.4. Einfluss von Umgebungskontrasten und Luftspiegelungen.....	14
6.5. Wechselwirkungen und kumulierende Effekte.....	15
7. Beschreibung der sichtbarkeitsrelevanten Merkmale des OWP.....	16
7.1. Lage und Entfernung zu ausgewählten Küstenstandorten.....	16
7.2. Abmessungen .....	17
7.3. Kennzeichnung gem. Kapitel 4 für die Bauphase .....	18
7.4. Tageskennzeichnung und Farbgebung der baulichen Anlagen gemäß Vorschriften aus Kapitel 4 .....	18
7.5. Nachtkennzeichnung, Tragweite der Befeuernung gem. Vorschriften aus Kapitel 4 Schifffahrt und Luftfahrt .....	19
8. Beurteilung der Sichtbarkeit des Windparks im Jahres- und Tagesgang...	21
9. Zusammenfassung.....	24
9.1. Tag .....	24
9.2. Nacht.....	25
10. Literatur.....	26
11. Anlagen.....	26



Auftragsgrundlage

### 1.1. Auftraggeber

OWP Gennaker GmbH  
Stephanitorsbollwerk 3  
D-28217 Bremen

### 1.2. Auftragnehmer

WetterWelt GmbH  
Schauenburgerstr. 116  
D-24118 Kiel

Das Kieler Unternehmen WetterWelt GmbH ist seit Anfang 1999 auf dem meteorologischen Markt. Leistungsstark, kundenorientiert und individuell werden Wetterprognosen sowie -analysen erstellt, die eine Planungsgrundlage für verschiedenste Einsatzbereiche bieten. Das hoch qualifizierte Team der WetterWelt GmbH, mit Geschäftsführer Dr. Meeno Schrader, berät kundenorientiert in allen Fragen der Wettervorhersage und -analyse sowohl im kommerziellen als auch im Freizeitbereich und das weltweit.

### 1.3. Aufgabenstellung

Die WetterWelt GmbH wurde im Zuge der Planung eines neuen Offshore-Windparks von der OWP Gennaker GmbH am 25.05.2016 beauftragt, ein Gutachten über die Häufigkeiten von Sichtbarkeitsstufen in Bezug auf den geplanten Offshore-Windpark "Gennaker" in der südlichen Ostsee zu erstellen. Der geplante Offshore-Windpark liegt innerhalb der 12-Seemeilen-Zone der Ostsee vor der Küste Mecklenburg-Vorpommerns. Das Gebiet des Vorhabens umschließt die Fläche des bereits vorhandenen EnBW Windpark Baltic 1. Für die Beurteilung wurden 13 zu betrachtende Standorte von der Genehmigungsbehörde ausgewählt.

## 2. Darlegung der Datenbasis

Als Datenbasis dienen die Beobachtungsdaten der Wetterstation "Arkona". Diese liegen in einer stündlichen Auflösung vor und erfassen einen Zeitraum von 18.05.1999 bis zum 23.05.2016 mit einer Anzahl von mehr als 148.000 Datensätzen. Die Wetterstation "Arkona" ist mit ihrer räumlichen Lage (nördlichstes Kap der Insel Rügen) als repräsentativ anzusehen, zudem es die einzige Station in der Nähe des OWP Gennaker ist, welche die Sichtweiten auch nach See meldet.

Die meteorologische Größe "Sichtweite" ist dabei nach den international gängigen Regeln festgelegt, die von der WMO (World Meteorological Organisation) vorgegeben sind. Zwischen 5 und 30 m werden die Sichtstufen in 1 km Stufen und über 30 km in 5 km Stufen eingeteilt.

Die Station weist keinerlei Hindernisse in Seerichtung auf, so dass hier von einer freien bzw. nicht eingeschränkten Sicht (ohne bauliche Einschränkungen) ausgegangen werden kann. Somit können die Daten als repräsentativ angenommen werden.

Die Station selbst liegt mit 47 m Höhe über dem Meeresspiegel höher als die meisten zu betrachtenden Orte. Somit sind die Sichtweiten an der Station im Schnitt als besser einzuschätzen, da es seltener zu einer Sichtbeeinträchtigung durch flachen (See-)Nebel oder Dunst kommt.

Die Sichtweiten werden entsprechend der Entfernungen der äußeren Grenzen des Offshore-Windparks (OWP) zu den zu betrachtenden Standorten in Stufen eingeteilt.

## Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016

---

Aus den Beobachtungen der Sichtweiten an der Station wurden monatliche Häufigkeitsstatistiken für die Überschreitungen der Sichtweitschwellen erzeugt und ausgewertet.

Dabei sind die geplanten äußeren Punkte des OWP V-01 bis V-47 (siehe [Abbildung 1](#) und [Abbildung 2](#)), die das Gebiet abdecken, berücksichtigt worden, bezogen auf die 13 von der Genehmigungsbehörde zu betrachtenden Orte (siehe [Abbildung 1](#) und [Abbildung 2](#)):

- » Wustrow, Kirchturm Aussichtsplattform (Höhe ca. 18 m)  
54,344873 Lat 12,396743 Lon
- » Wustrow, Strand / Seebrücke  
54,3526 Lat 12,3831 Lon
- » Ahrenshoop, Strand  
54,3815 Lat 12,4166 Lon
- » Darßer Ort, Leuchtturm (Höhe ca. 30 m)  
54,4728 Lat 12,5022 Lon
- » Prerow, Strand / Seebrücke  
54,4533 Lat 12,57079 Lon
- » Zingst, Promenade / Strand / Seebrücke  
54,4415 Lat 12,6813 Lon
- » Barth, Kirchturm Aussichtsplattform (Höhe ca. 55 m)  
54,3698 Lat 12,724 Lon
- » Hohe Düne (Halbinsel Fischland-Darß-Zingst) (Höhe ca. 8 m)  
54,45322 Lat 12,5704 Lon
- » Vitte (Insel Hiddensee)  
54,567975 Lat 13,1011 Lon
- » Dornbusch, Leuchtturm (Insel Hiddensee, Höhe ca. 92 m)  
54,5991 Lat 13,1193 Lon
- » Mövenort (Insel Rügen)  
54,6723 Lat 13,2864 Lon
- » Dranske (Insel Rügen)  
54,5675 Lat 13,2214 Lon
- » Fähre Rostock – Trelleborg (Höhe ca. 15 m)  
54,6578 Lat 12,4775 Lon

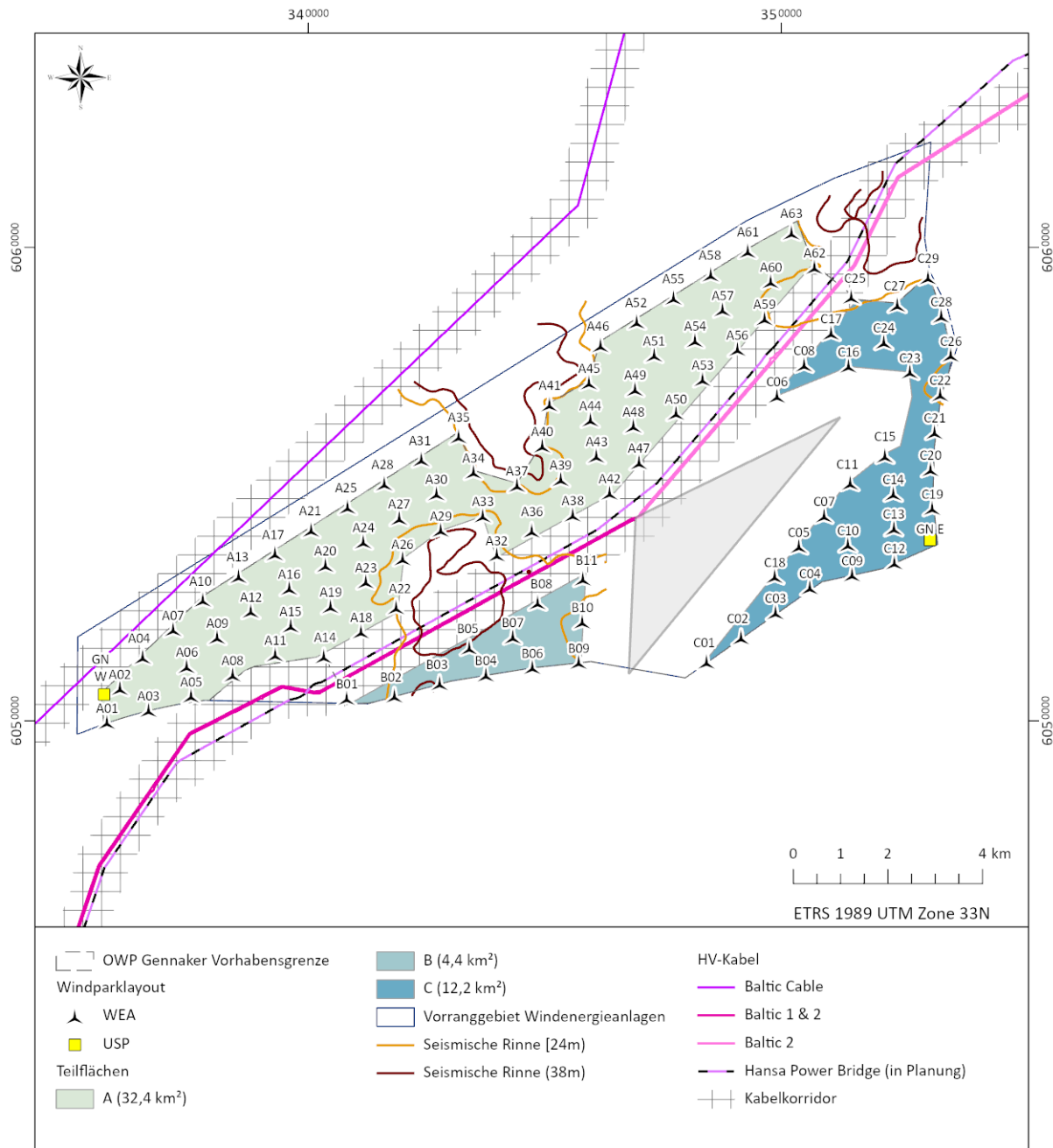


Abbildung 1: Lage und äußere Grenzen des geplanten OWP Gennaker

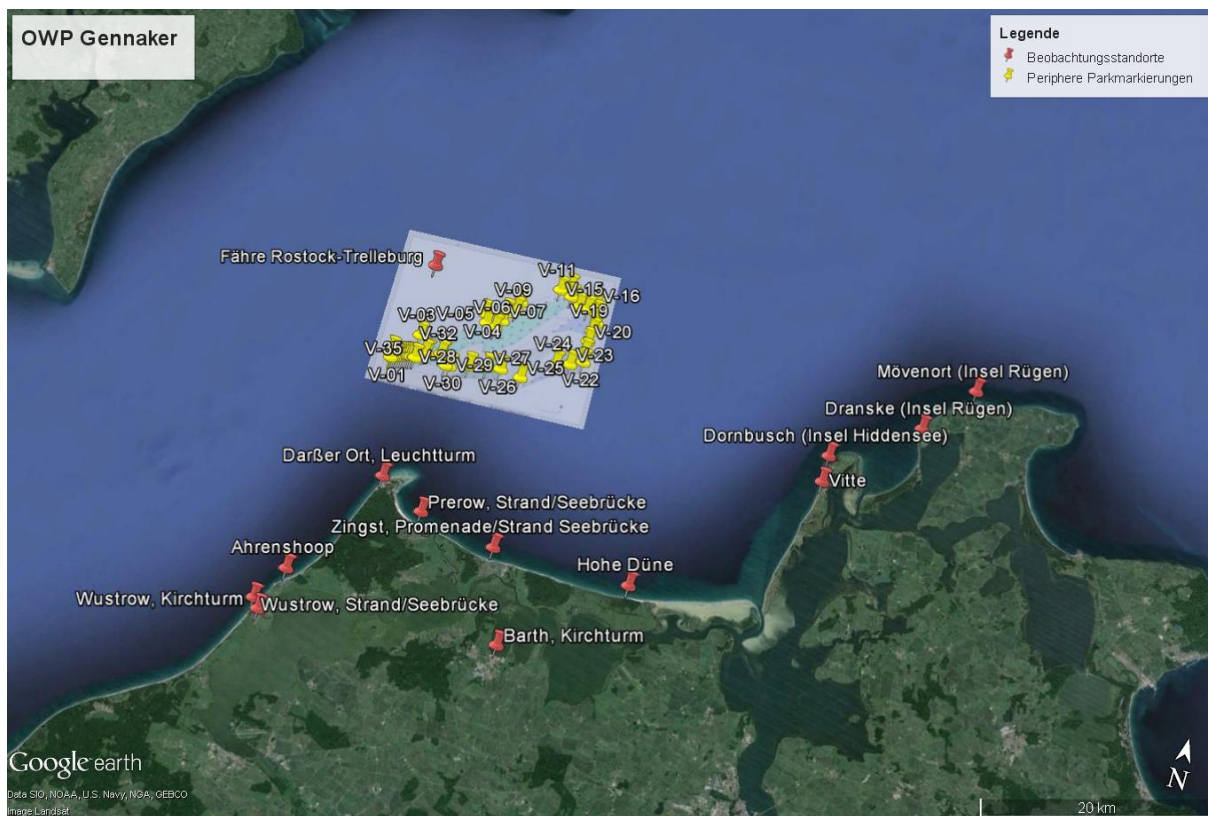


Abbildung 2: Darstellung der Beobachtungsstandorte bezogen auf den geplanten OWP Gennaker

## Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016

Aus der Lage der vorgegebenen, oben genannten Orte und den äußeren Grenzen des geplanten OWP ergeben sich für jeden Ort eine minimale Entfernung zum nächstgelegenen Punkt des OWP und eine maximale Entfernung zum entferntesten Punkt des OWP, die in Tabelle 1 aufgelistet sind. So wird die gesamte Sichtbarkeit des Windparks abgedeckt. In der Auswertung erfolgt eine Betrachtung der Mindestabstände der Orte zum geplanten OWP.

Ort	maximale Entfernung [km]	minimale Entfernung [km]
Wustrow, Kirchturm	40	25
Wustrow, Strand	41	25
Ahrenshoop, Strand	37	21
Darßer Ort, Leuchtturm	25	11
Prerow, Strand	25	15
Zingst, Strand	26	16
Barth, Kirchturm	34	24
Hohe Düne	31	21
Vitte	42	25
Dornbusch, Leuchtturm	42	25
Mövenort	55	36
Dranske	50	32
Fähre	17	7

**Tabelle 1: Maximale und minimale Entfernungen zum OWP vom jeweiligen Beobachtungsstandort**

Eine detaillierte Auflistung der Entfernungen der einzelnen Peripherie-Punkte des OWP zu den jeweiligen Standorten findet sich in Anhang 1. Wie diese Entfernungen ermittelt wurden ist aus Anhang 2 ersichtlich.

### 3. Allgemeine Begriffsbestimmungen

Die Sichtweite wird als die Entfernung definiert, bei der ein Sichtziel in einer bestimmten Entfernung noch erkennbar ist. Die Weite wird dabei visuell durch Beobachter oder auch instrumentell ermittelt.

Hierbei muss unterschieden werden zwischen der horizontalen Sicht und der Schrägsicht (leichter Winkel nach unten oder oben). Im nachfolgenden Gutachten wird nur die horizontale Sichtweite berücksichtigt und behandelt.

Da die Sichtweite von vielen Einflussfaktoren abhängig ist, handelt es sich um eine sehr komplexe meteorologische Größe. Sie wird durch viele unterschiedliche Faktoren bestimmt, die eine Rolle in der Eintrübung der Luftschichten spielen. Dazu zählen z.B. Schwebeteilchen wie Rußpartikel (Lithometeore) und verschiedene Formen von Wasser wie Wasserdampf oder Regentropfen (Hydrometeore). Sie können für eine erhebliche Sichtminderung sorgen. Auch die Luftdichte selbst ist für die Sichtweite entscheidend.

Ebenfalls spielen bei der Entfernungsschätzung erhobene Sichtweiten die Beleuchtungsverhältnisse sowie die Farbe, Größe und Art des Sichtzieles eine entscheidende Rolle. Auch der Zielhintergrund, z.B. durch Bewölkung beeinflusst, und die Umgebung sind entscheidend, da sich die Kontraste ändern und somit die Entfernungsschätzung beeinflussen können.

Neben den physikalischen Einflussgrößen sind die physiologischen Voraussetzungen des Beobachters eine relevante Einflussgröße. Diesbezüglich spielen die Schwarz-Weiß-Empfindlichkeit, die Farbempfindlichkeit, das Auflösungsvermögen und die Reizschwelle eine wichtige Rolle.

Auch die Adaption (Anpassungsfähigkeit) der Augen verändert die Sichtbarkeit eines Objektes vor allem in den Nachtstunden. Hier sind zudem die Intensität der Lichtquelle und die Umfeldhelligkeit eine weitere Einflussgröße.



## **4. Vorschriften der jeweils geltenden Fassungen**

### **4.1. WSV-Rahmenrichtlinie / WSV-Rahmenvorgaben für Schiffahrtshindernisse**

Grundsätzlich erfolgt das Ein- und Ausschalten aller Kennzeichnungs- und Befeurungskomponenten jeweils über die installierten Steuereinheiten. Auf jeder OWEA (Offshore Windenergieanlage) und den USP'en (Umspannplattformen) wird dies somit voll automatisch gesteuert.

Die Feuer der Nachtkennzeichnung werden eine Stunde vor Sonnenuntergang ein- und eine Stunde nach Sonnenaufgang ausgeschaltet.

Das sekundäre Ein- und Ausschalten der Befeurungskomponenten wird über die Dämmerungsschalter auf jedem Offshore-Bauwerk sichergestellt. Weiterhin misst ein installierter Sichtweitensensor (optischer Sensor zur Messung der Sichtweite) mithilfe des Prinzips der Messung der optischen Vorwärtsstreuung. Die Schiffahrtshinderniskennzeichnung des OWP wird global auch am Tag eingeschaltet

- bei Sichtweiten < 1.000 m oder
- bei einer Umgebungshelligkeit < 150 Lux.

Die 5-Seemeilen-Befeurung wird zeitgleich mit der Nahbereichskennzeichnung ein- und ausgeschaltet. Das Ein- und Ausschalten erfolgt synchron sowie harmonisiert mit den Feuern der Luftfahrthinderniskennzeichnung.

### **4.2. Allgemeine Verwaltungsvorschrift für Luftfahrthindernisse**

Die Feuer W, rot ES werden grundsätzlich gem. 6.1 der AVV (Allgemeine Verwaltungsvorschriften für Luftfahrthindernisse) ein- und ausgeschaltet. Dies wird durch Dämmerungsschalter mit einer Schaltschwelle von 50 bis 150 Lux sichergestellt.

Sobald die Dämmerungsschalter das Signal bzw. den Messwert zum Ein- und Ausschalten liefern, werden die Luftfahrtfeuer des OWP ein- bzw. ausgeschaltet sowie untereinander synchronisiert bzw. mit der Schiffahrtshindernisbefeurung harmonisiert.

## 5. Erläuterung zum Verfahren zur Bestimmung der Sichtweite

An bemannten Wetterstationen wird die Messung der Sichtweite im Normalfall durch Schätzungen vorgenommen. Dabei wird auf bekannte Sichtziele zurückgegriffen, die in ebenfalls bekannter Entfernung liegen. Die Sichtziele sollten dabei in möglichst unterschiedlicher Entfernung um die Station herum vorhanden sein, um Sichtweiten durch den Vergleich der Sichtbarkeit besser abschätzen zu können. Der Beobachter kann somit eine gute Einschätzung tätigen und anschließend eine Aussage über die Sichtweite treffen. Diese Aussage ist rein subjektiv und kann daher je nach Beobachter unterschiedliche Ergebnisse liefern.

Befindet sich die Station in Meeresnähe, so wird die Sicht in Richtung See vorgenommen. Dabei ist ein Kriterium, dass der einsehbare Sektor mindestens 30 Grad des Horizontkreises beträgt, der in Richtung See einsehbar ist. Diese Voraussetzungen sind bei der Wetterstation Arkona gegeben.

Sollte die Sichtweite über der größtmöglichen Entfernung für ein Sichtziel liegen, so wird vom Beobachter nach Erfahrungswerten aus dem Grad der Erkennbarkeit eine größere Sicht festgelegt, als die Distanz des letzten sichtbaren Zieles.

Die subjektive Beurteilung des Beobachters kann dazu führen, dass es bei einigen Sichtweiten zu Bevorzugungen kommen kann. Dazu zählen vor allem Zehnerzahlen.

Zur Nachtzeit werden die sogenannten Feuersichtweiten geschätzt. Sobald sich das Auge an die Dunkelheit gewöhnt hat (Adaptionszeit von 5 bis 10 Minuten), wird die größtmögliche horizontale Entfernung geschätzt, in der normale weiße Lampen (Rundstrahler) gerade noch erkennbar sind.

Diese Messmethoden der Sichtweite werden ohne zusätzliche optische Hilfsmittel (beispielsweise Fernglas) vorgenommen. Ansonsten könnten Sichtweiten überschätzt werden, da sich die Sehbedingungen durch die Verkleinerung des Seh winkels verändern.

Häufig werden heutzutage elektronische Messsysteme eingesetzt, um die Sichtweiten zu ermitteln. Dabei werden Vorwärtsstreulichtsensoren eingesetzt, die die Sichtweite durch Bestimmung der Lichtstreuung in der Atmosphäre ermitteln. Dabei wird der Teil des ausgesandten Lichtstrahls gemessen, der an Partikeln aus einem definierten Messvolumen in einem festgelegten Raumwinkel gestreut wird, während dieser die Luft durchdringt. Daraus lässt sich die meteorologische Sichtweite (MOR-"Meteorological Optical Range") berechnen.

Die Messung der MOR erfolgt helligkeitsunabhängig und darf nur mit vom DWD (Deutschen Wetterdienst) zugelassenen und geeigneten Sichtweitenmessgeräten ermittelt werden.

## 6. Einflussgrößen

### 6.1. Geometrische Bedingungen

Die Erdoberfläche weist eine Krümmung auf, deren Einfluss höher ausfällt, je weiter sich zwei Punkte voneinander entfernt befinden. Eine Verbindung zwischen beiden Punkten, bei dem der Punkt vom jeweils anderen erkannt werden kann, kann nur existieren, wenn deren geradlinige Verbindung oberhalb dieser Erdkrümmung bzw. der Erdwölbung verläuft.

Ist dies nicht der Fall, so verläuft die Verbindung nicht mehr geradlinig und die Punkte liegen somit aus Sicht des jeweils anderen hinter dem Horizont.

Im folgenden Beispiel gibt es zwei Objekte mit jeweiliger Höhe  $H$  (Ziel) und  $h$  (Augenhöhe), die über eine geradlinige Verbindung  $S = S_1 + S_2$  verbunden sind.  $R$  stellt den Erdradius dar.

Soll nun die Kimmweite  $H$  bestimmt werden, die über die Entfernung  $S$  noch von dem Objekt sichtbar ist, erfolgt dies mit Hilfe des Hypotenusensatzes.

Daraus ergibt sich folgende Formel:

$$H \text{ [m]} \approx (1/(2 \cdot R)^{1/2} \cdot S \text{ [km]} - h^{1/2} \text{ [m]})^2$$

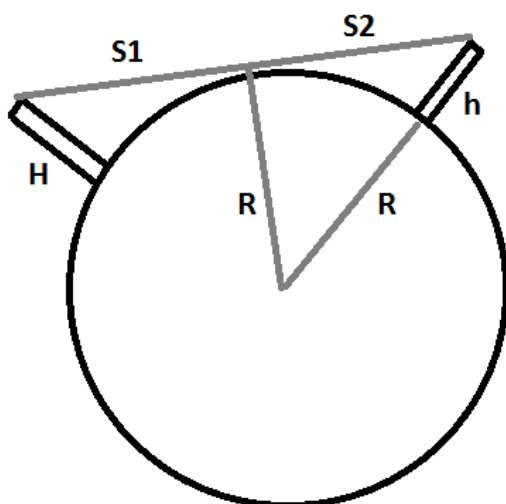


Abbildung 3: Bestimmung der geodätischen Kimm

Der Wert  $1/(2 \cdot R)^{1/2}$  mit einem mittleren Erdradius von ca. 6370 km lässt sich zu einer Konstante  $k = 0,28$  zusammenfassen:

$$H \text{ [m]} \approx (0,28 \cdot S \text{ [km]} - h^{1/2} \text{ [m]})^2$$

## Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016

Daraus ergibt sich die Höhe, bei der ein Zielpunkt entsprechend einer bestimmten Entfernung in der geodätischen Kimm noch erkennbar ist.

Im Regelfall ist die wahre Kimmweite allerdings um ca. 10% größer als die geodätische. Grund hierfür ist die Refraktion: Lichtstrahlen werden in der Atmosphäre durch Luftdruck- und Temperaturunterschiede gekrümmt, so dass die Wegstrecke nicht mehr geradlinig verläuft und damit verlängert wird. In der Winterzeit können die Werte jedoch noch weiter abweichen, wenn es sich zum Teil um sehr kalte Luftmassen vor Ort handelt.

Zur Bestimmung der wahren Kimmweite rechnet man mit einem Erdradius, der ca. 10% größer ist als der oben angegebene mittlere Erdradius.

Für die Konstante  $k$  ergibt sich daraus ein Wert von  $k = 0,26$

Es wird für die Augenhöhe ein Standardwert von 2 m angenommen (zusätzlich zur Objekthöhe). Somit ergeben sich für die zu betrachtenden Orte die Höhen, die bei maximaler und minimaler Entfernung zum Offshore-Windpark noch erkennbar sind.

Ort	Höhe (Objekt+2) [m]	minimale Entfernung [km]	Höhe Kimmsicht [m]	maximale Entfernung [km]	Höhe Kimmsicht [m]
Wustrow, Kirchturm	20	25	4	40	35
Wustrow, Strand	2	25	26	41	85
Ahrenshoop, Strand	2	21	16	37	67
Darßer Ort, Leuchtturm	32	11	0	25	1
Prerow, Strand	2	14	5	25	26
Zingst, Strand	2	16	8	26	29
Barth, Kirchturm	57	24	0	34	2
Hohe Düne	10	21	5	31	24
Vitte	2	25	26	42	90
Dornbusch, Leuchtturm	94	24	0	42	2
Mövenort	2	36	63	55	166
Dranske	2	32	48	50	134
Fähre	15	7	0	17	0

**Tabelle 2: Maximale und minimale Entfernung zum OWP Gennaker vom jeweiligen Beobachtungsstandort aus der wahren Kimmsicht**

Somit ergäbe sich als Beispiel für den Strand von Prerow bei einer Entfernung zum Ziel von 14 km, dass das Ziel ab einer Höhe von 5 m zu erkennen wäre. Alle niedriger liegenden Teile des Ziels wären nicht mehr sichtbar.

Die geplanten Windkraftanlagen sind vom Siemens Gamesa „SG 167 DD“. Die Nabenhöhe beträgt 104,5 m und die Bauhöhe max. 190 m.

Daraus ergibt sich, dass von allen 13 Standorten aus, unter der Voraussetzung guter Sichtverhältnisse, immer mind. der obere Teil der am nächsten liegenden WEA zu sehen sein wird. Keine Anlage wäre vollständig vom Horizont verdeckt.

## 6.2. Meteorologische Bedingungen

Die tatsächlichen Sichtweiten werden in einem Verfahren bestimmt, das vereinfacht und standardisiert ist. Die meteorologische Sichtweite stellt die Entfernung dar, bei der ein Beobachter ein dunkles Objekt gerade noch wahrnehmen kann. Ist es dem Beobachter nicht möglich, eine Sichtweitenbestimmung vorzunehmen, beispielsweise aufgrund des Mangels an Sichtzielen, so darf er die meteorologischen Sichtweiten aus Wetterbeobachtungen heraus ermitteln. Hierbei wird der international vorgegebene Kontrollwert  $K' = 0,05$  herangezogen. Je nach Wetterverhältnissen muss zu diesem Kontrollwert noch ein Extinktionskoeffizient herangezogen werden. Dabei hat der Koeffizient z.B. für schlechtere Wetterverhältnisse einen Wert zwischen 1,00 und 2,00, für gute Wetterverhältnisse zwischen 0,08 und 0,20.

In der natürlichen Umgebung sorgen Feuchtigkeit wie z.B. Regen, Schnee, Dunst, Nebel und auch Partikel in der Luft für eine Streuung des Lichtes. Diese Faktoren dienen als Grundlage für den ermittelten Extinktionskoeffizienten.

Auch der meteorologische Faktor des Bedeckungsgrades kann für eine Sichtminderung sorgen, wenn z.B. der Himmel bedeckt ist. Besonders, wenn die Bewölkung sich im unteren Level der Troposphäre (unterste Luftschicht) befindet, ist die Sichtweite meist geringer als bei hoher Bewölkung.

Einen weiteren Faktor stellt der Kontrast der Anlage und auch des gesamten Parks vor einem natürlichen Hintergrund dar. Bei guten Wetterverhältnissen und klarem Himmel am Tage sind die WEA besser sichtbar, da der Kontrast zwischen den überwiegend hellen WEA und einem blauen Himmel bzw. blauem Wasser groß ist. Bei bewölktem Himmel oder Dunst mit weißer oder hellgrauer Erscheinung ist der Kontrast zu den WEA deutlich geringer.

Ebenso die Dämmerung in den Morgen- sowie in den Abendstunden sorgt für eine natürliche und wiederkehrende Sichtminderung.

## 6.3. Häufigkeiten von Sichtstufen im Tages- und Jahresgang

Die hier betrachteten horizontalen Sichtweiten sind in Stufen eingeteilt, die sich auf die Entfernungen der vorgegebenen Standorte zu den äußeren Punkten des OWP beziehen.

In der Tabelle 3 sind die Sichtstufen als Entfernungen aufgelistet. Für die jeweiligen Sichtstufen wurden monatliche Überschreitungshäufigkeiten (in %) berechnet. Die mittleren Überschreitungshäufigkeiten zu den Sichtstufen, basierend auf den Beobachtungsdaten der Wetterstation "Arkona", über den gesamten Zeitraum 1999-05/2016 sind in Tabelle 3 aufgeführt.

Eine Sichtweite von 7 km wird dabei in 84,1 % der Zeit überschritten bzw. die Sicht liegt 15,9% der Zeit unter 7 km.

Die Sichtweite von 55 km und mehr tritt dagegen nur in 9,4% der Zeit auf. Somit ergibt sich ein Abfall der Sichtbarkeiten mit zunehmendem Abstand.

Entfernungen	Überschreitungshäufigkeit der Sichtweitenstufen
7 km	84,10%
11 km	73,70%
14 km	68,50%
16 km	63,10%
21 km	52,00%
24 km	48,00%
25 km	41,10%
26 km	30,70%
32 km	30,50%
36 km	24,40%
42 km	17,60%
49 km	13,50%
50 km	13,50%
55 km	9,40%

**Tabelle 3: Entfernungen und Häufigkeiten der Sichtweitenstufen**

Die Tabellen 1 bis 14 im Anhang 3 zeigen die mittleren jährlichen sowie monatlichen Überschreitungshäufigkeiten (in %). Dabei sind die horizontalen Sichtweiten für die jeweiligen Schwellenwerte in 3-Stunden Intervallen angegeben. Die Uhrzeit entspricht UTC (Universal Time Coordinated). Bei einem Wert von 12 UTC ist dieser mit 13 Uhr Mitteleuropäische Zeit im Winter und 14 Uhr Mitteleuropäische Zeit im Sommer gleichzusetzen.

Die mittleren Sichtweiten zeigen einen leichten Tagesgang sowie einen signifikanten Jahresgang auf.

Beim Jahresgang wird deutlich, dass bessere Sichten in den Sommermonaten, vor allem im Mai, Juni und Juli auftreten, schlechtere Sichten gibt es besonders im Januar und Februar.

Beim Tagesgang fällt auf, dass bei geringeren Sichtweiten die Sichten tagsüber besser sind als nachts. Bei höheren Sichtweiten liegen die besten Sichtverhältnisse in den Abendstunden.

### **6.4. Einfluss von Umgebungskontrasten und Luftspiegelungen**

Einen weiteren Faktor in der Beobachtung von Sichtzielen stellen die Umgebungskontraste und mögliche Luftspiegelungen dar.

Die in diesem Gutachten wiedergegebenen Werte bilden eine Häufigkeit der Sicht ab, die sich auf Sichtziele mit normalen Kontrasten bezieht.

Je nach Farbgebung sind die Ziele unterschiedlich wahrnehmbar. Die höchste Sichtbarkeit tritt bei Objekten mit stark glänzender Oberfläche aufgrund des hohen Reflexionsvermögens auf.

## **Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016**

---

Objekte in den Signalfarben rot und gelb sind in der Annahme eines blauen oder lichtgrauen Hintergrundes ebenfalls durch den hohen Kontrast noch gut sichtbar.

Bei Objekten in einer mattweißen Farbe ist nur bei einem blauen Hintergrund noch eine gute Sichtbarkeit gegeben. Mattweiß oder lichtgrau auf lichtgrauem Hintergrund führt zu einer geringen Sichtbarkeit.

Vor allem während Perioden mit bewölktem oder vollkommen bedecktem Himmel wird es daher zu einer geringeren Sichtbarkeit der Anlagen kommen.

Luftspiegelungen hingegen treten häufig im Zusammenhang mit sommerlichen Witterungen auf. Dabei können entfernte Objekte größer erscheinen, als sie tatsächlich sind. Hierbei kommt die oben bereits erwähnte Refraktion ins Spiel, die den Verdeckungseffekt des Horizontes herabsetzt.

### **6.5. Wechselwirkungen und kumulierende Effekte**

Mit dem OWP "Baltic 1" existiert bereits ein Offshore-Windpark im marinen Vorranggebiet für Windenergie auf See (LEP 2016) und damit in unmittelbarer Nähe zum Vorhabensgebiet des OWP Gennaker. Der geplante OWP wird "Baltic 1" umschließen (siehe Abbildung 6) und sich bezogen auf die Sichtbarkeit in die bereits vorhandenen WEA von "Baltic 1" eingliedern.

Es wird also grundsätzlich eine größere Anzahl von WEA sichtbar sein.

Diese können sich allerdings, je nach Sichtwinkel des Betrachters auf den OWP, auch gegenseitig verdecken. Sichtbare Wechselwirkungen, wie z.B. Spiegelungen zwischen den WEA und auch dem OWEA-SOF sind nicht wahrzunehmen.

Deutlicher wahrzunehmen wird bei entsprechender Sichtweite die höhere Anzahl der Befeuern der WEA sein.

## 7. Beschreibung der sichtbarkeitsrelevanten Merkmale des OWP

### 7.1. Lage und Entfernung zu ausgewählten Küstenstandorten

Der Offshore-Windpark "Gennaker" wird ca. 15 km nördlich der Küste Mecklenburg-Vorpommerns geplant und umschließt mit der Planung den bereits bestehenden Windpark "Baltic 1".

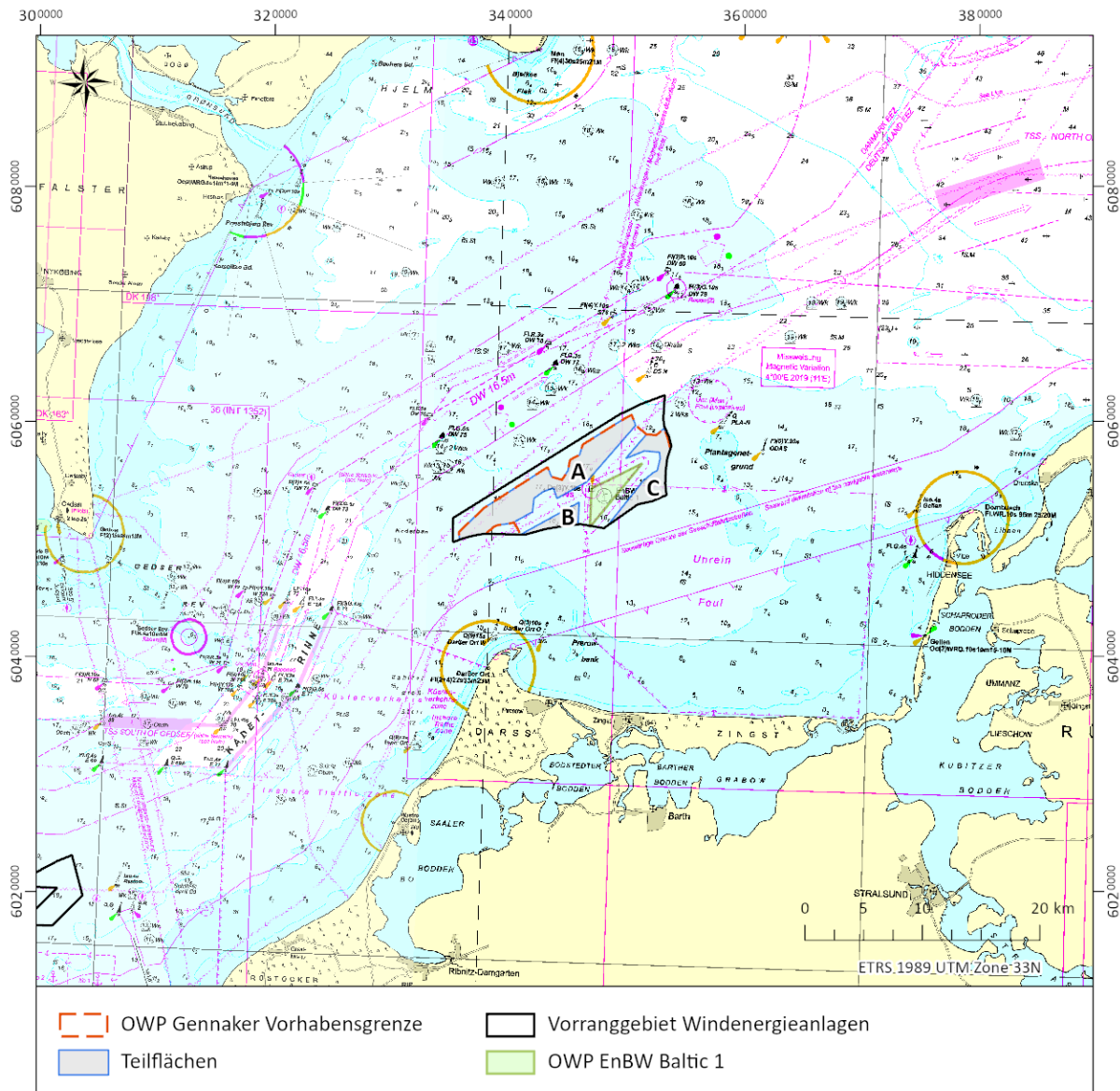


Abbildung 4: Lage des OWP "Gennaker" in einer Seekarte



## 7.2. Abmessungen

Der gesamte Windpark wird eine Fläche von 48,9 km<sup>2</sup> umfassen.

Dabei sind 3 Teilflächen ausgewiesen.

Teilfläche A umfasst ein Gebiet von 32,4 km<sup>2</sup>.

Teilfläche B umfasst ein Gebiet von 4,4 km<sup>2</sup>.

Teilfläche C umfasst ein Gebiet von 12,2 km<sup>2</sup>.

Zwischen der Teilfläche A und C liegt der bereits vorhandene und in Betrieb befindliche Offshore-Windpark "Baltic 1".

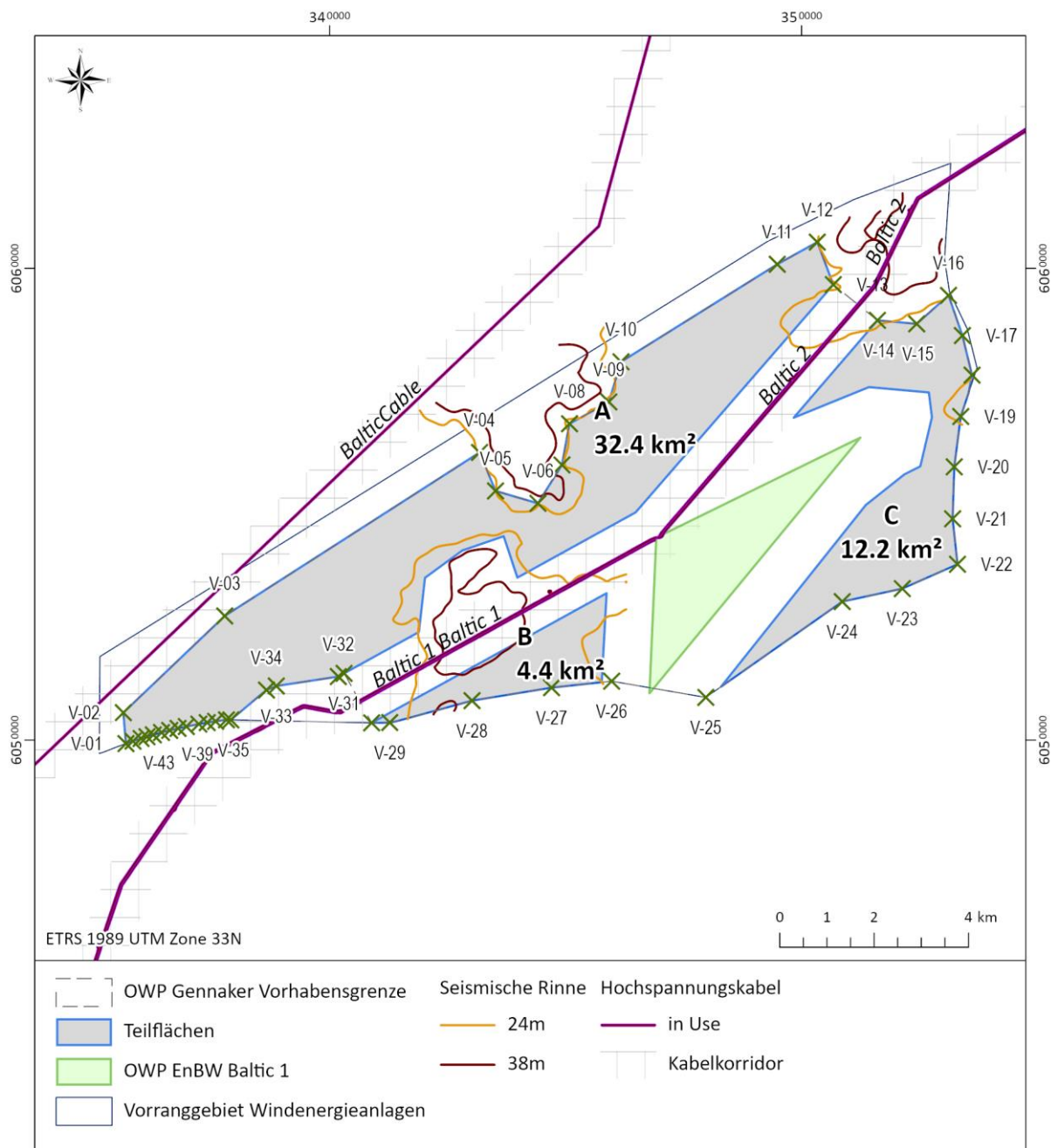


Abbildung 5: Darstellung des geplanten Windparks und der Teilflächen

### **7.3. Kennzeichnung gem. Kapitel 4 für die Bauphase**

Vor dem Bau der Anlage wird der gesamte Bereich gemäß des OWP Gennaker Kennzeichnungskonzeptes Teil 1 mit Kardinaltonnen gekennzeichnet, um die Seefahrt auf den im Bau befindlichen Park hinzuweisen.

Diese Tonnen haben eine Gesamtlänge von 10 m, einen Tiefgang von 3 m und eine Lichtpunkthöhe von 5,5 m.

Als Topzeichen dienen dabei zwei schwarze Kegel.

Als nächtliche Markierung dient eine Seelaterne der Farbe Weiß.

Im Normalbetrieb sind die Kennzeichnungen der Bauphase zurückzubauen und durch die ordnungsgemäße Kennzeichnung für den Normalbetrieb der Offshore-Bauwerke zu ersetzen.

Während der Installationsphase dienen zusätzlich temporäre Behelfsfeuerungen der einzelnen WEA und auch der zwei USP als Kennzeichnung.

### **7.4. Tageskennzeichnung und Farbgebung der baulichen Anlagen gemäß Vorschriften aus Kapitel 4**

Nach Beendigung der Bauphase und Inbetriebnahme der Anlage erfolgt eine vorschriftsmäßige Kennzeichnung der WEA und der beiden USP auf Grundlage des OWP Gennaker Kennzeichnungskonzeptes Teil 2 und 3.

Hierbei wird zwischen Anlagenposition an der Peripherie und im Innenbereich unterschieden.

Die Anlagen an den Eckpunkten werden als sogenannte "Significant Peripheral Structure" gekennzeichnet.

Die Tageskennzeichnung sieht im Bereich von 2 m bis 17 m über dem "Mittleren Wasserstand" einen gelben Anstrich in Verkehrsgelb vor.

Die Rotorflügel werden an den Spitzen in der Kombination Verkehrsrot / Lichtgrau / Verkehrsrot gestrichen.

Zusätzlich sind die Anlagen mit einer Höhe über 150 m über Wasser umlaufend mit einem 2 m hohen verkehrsroten Streifen in der Mitte des Maschinenhauses sowie mit einem 3 m hohen Ring umlaufend beginnend in ca. 40 m über dem Wasser gekennzeichnet. Die genaue Anbringung des 3 m Ringes ist erst nach Abstimmung mit der Luftfahrtbehörde festzulegen und kann in der Höhe noch um bis 40 m verschoben werden.

Die zwei USP hingegen werden in ihrer Gesamtheit gelb angestrichen.

Die Beschriftung aller Bauwerke sieht eine Abkürzung "GN" (Gennaker) vor.

Die Buchstaben haben eine Größe von 1 m in schwarzer Schrift auf gelbem Hintergrund.

Die Beschriftungshöhe der WEA liegt im Bereich von ca. 17 m, daher am oberen Ende der gelben Markierung. Die genaue Position richtet sich schlussendlich nach der Ausrichtung der Scheinwerfer für die Nahbereichserkennung.

Für die zwei USP wird eine Beschriftung von "GN E" (Gennaker East) und "GN W" (Gennaker West) vorgesehen. Die Buchstaben werden auf allen 4 Seiten der Anlagen auf einer Höhe von 18 m bis 22 m angebracht.

## 7.5. Nachtkennzeichnung, Tragweite der Befeuerung gem. Vorschriften aus Kapitel 4 Schifffahrt und Luftfahrt

Nach Beendigung der Bauphase werden alle Anlagen des OWP auf Grundlage des OWP Gennaker Kennzeichnungskonzeptes Teil 2 und 3 mit folgender Kennzeichnung für die Schifffahrt ausgestattet:

- 5-Seemeilen-Befeuerung, gelb
- Nahbereichskennzeichnung der USP, Anstrahlung durch LED-Scheinwerfer
- Nahbereichskennzeichnung der WEA, Anstrahlung durch LED-Scheinwerfer

Die Feuer werden jeweils eine Stunde vor Sonnenuntergang an- und eine Stunde nach Sonnenaufgang ausgeschaltet. Dabei dient als Referenzpunkt für Sonnenauf- und -untergangszeiten der Standort Buk.

Zusätzlich sorgen Dämmerungsschalter für eine außerplanmäßige An- und Abschaltphase des Lichtes sobald sich die Wetterbedingungen und damit auch die Sichtverhältnisse verschlechtern. Sobald die Umgebungshelligkeit unter 150 Lux fällt, schalten sich die Lichter automatisch an. Auch die Sichtweite wird berücksichtigt und dabei automatisch erfasst.

Sollte sie unter 1.000 m fallen, dient das ebenfalls als automatische Aktivierung der Befeuerung.

Die Kennzeichnung für die Luftfahrt betrifft aufgrund der Bauhöhe nur die WEA.

Alle WEA im OWP werden mit einer Flugbefeuerung mit Feuer W, rot ES, ca. 100 cd, doppelt markiert. Beide Lichter werden auf dem Dach der Gondel installiert, so dass bei drehendem Rotor mindestens immer jeweils ein Feuer sichtbar ist.

Bei Anlagen über 150 m Bauwerkshöhe über Wasser muss am Turm eine weitere Hindernisbefeuerungsebene angebracht werden. Die genaue Anbringungshöhe und die Anzahl der Hindernisfeuer am Turm sind mit der zuständigen Luftfahrtbehörde abzustimmen.

Das geplante Befeuerungskonzept ist nachfolgend noch einmal zusammengefasst:

- In der Bauphase werden Solarkompaktsysteme auf ca. 12 m Höhe mit einer Tragweite von 3 sm und einer Lichtstärke von 20 cd angebracht. Es werden 3 Solarkompaktsysteme pro WEA vorgesehen.
- In der Betriebsphase gibt es auf allen Anlagen in der Peripherie, eine 5 sm Befeuerung auf ca. 12 m Höhe. Die Lichtstärke variiert zwischen mind. 120 und max. 180 cd.

Auf den WEA werden auf den Dächern der Gondeln jeweils 2 Feuer W, rot ES in einer Höhe von ca. 100 m Höhe angebracht mit einer Stärke von 100 cd, um sicherzustellen, dass bei drehendem Rotor jeweils mindestens ein Feuer sichtbar ist. Bei Sichtweiten über 5.000 m wird die Lichtstärke der Feuer W, rot ES auf 30% herunter reguliert, bei Sichtweiten von über 10.000 m auf 10%.

Dazu erhalten die WEA eine Hindernisbefeuerung bei mind. 40 m über dem Wasser. (3 pro WEA) mit 10 cd und Nahbereichskennzeichnungen zur Anstrahlung der Tageskennzeichnungen (3 pro WEA) auf ca. 12 m Höhe mit 50 cd.

Die Tragweitenberechnung der Lichtstärken wurden vom Deutschen Wetterdienst durchgeführt und ist auszugsweise in der nachfolgenden Tabelle dargestellt.

Meteorologische Sichtweite nachts in km	Lichtstärke in cd					
	10	20	50	100	120	180
0,3	0,4	0,4	0,5	0,6	0,6	0,6
0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	0,9	0,9
1	1	1,1	1,3	1,4	1,5	1,5
2	1,3	1,8	2,1	2,4	2,4	2,6
4	2,4	2,7	3,3	3,7	3,9	4,1
10	3,6	4,4	5,5	6,5	6,5	7,4
20	4,6	5,8	7,7	9,3	9,8	10,8
50	5,7	7,6	10,7	13,6	14,4	16,4
70	6,2	8,1	11,6	15	16	18,4

**Tabelle 4: Über die Tragweite [km] vorgegebener Lichtstärken (als Grundlage zur Bestimmung nächtlicher Sichtbarkeit des OWP Gennaker, 23.05.2016), Quelle: DWD (1)**

## 8. Beurteilung der Sichtbarkeit des Windparks im Jahres- und Tagesgang

Nachfolgende Abbildung 6 und Abbildung 7 zeigen die Verteilung der Sichtbarkeit für die jeweiligen Sichtstufen über das Jahr und die Tageszeit. Weitere Grafiken und Tabellen zu den mittleren monatlichen Überschreitungshäufigkeiten finden sich im Anhang 4.

Der Tag ist definiert als die Zeit von Sonnenaufgang bis Sonnenuntergang gerundet auf die volle Stunde. Die Nachtstunden liegen zwischen Sonnenuntergang und Sonnenaufgang. Eine Übersicht der Sonnenauf- und Untergangszeiten findet sich im Anhang 5.

Bei beiden Verteilungen zeigt sich ein starker Abfall der Kurven hin zu größeren Entfernungen. Je weiter ein Standort von den WEA entfernt ist, desto geringer ist seine Sichtbarkeit, die peripheren Nahbereiche der Windparks sind also deutlicher zu erkennen.

Einen Unterschied in der Sichtbarkeit gibt es zusätzlich im Jahresgang. Die Sichten sind dabei in den Sommermonaten am größten und im Januar und Februar am geringsten.

Weiter gibt es Unterschiede zwischen Tag und Nachtzeit. Die stündliche Verteilung der Sichtbarkeit ist tagsüber in den Sommermonaten höher als in den Wintermonaten. Dies hängt mit der Tageslänge zusammen. Die Anzahl der Stunden mit Tageshelligkeit ist im Sommer deutlich höher als im Winter. Im Winter ist es umgekehrt, hier überwiegt die Anzahl der Nachtstunden. Insgesamt ist die prozentuale Verteilung der Sichtbarkeit bei Tageshelligkeit im Schnitt aber nur gering höher als bei Nacht.

An dem dichtesten Punkt, auf der Fähre von Rostock nach Trelleborg, ist der OWP am häufigsten zu sehen. Tagsüber im Sommer sind es über 90 % der Zeit, im Winter dagegen nur ca. 75 % der Zeit.

Für weiter entfernte Punkte über 30 km fällt die Sichtbarkeit deutlich ab und liegt im Schnitt bei ca. 30 %.

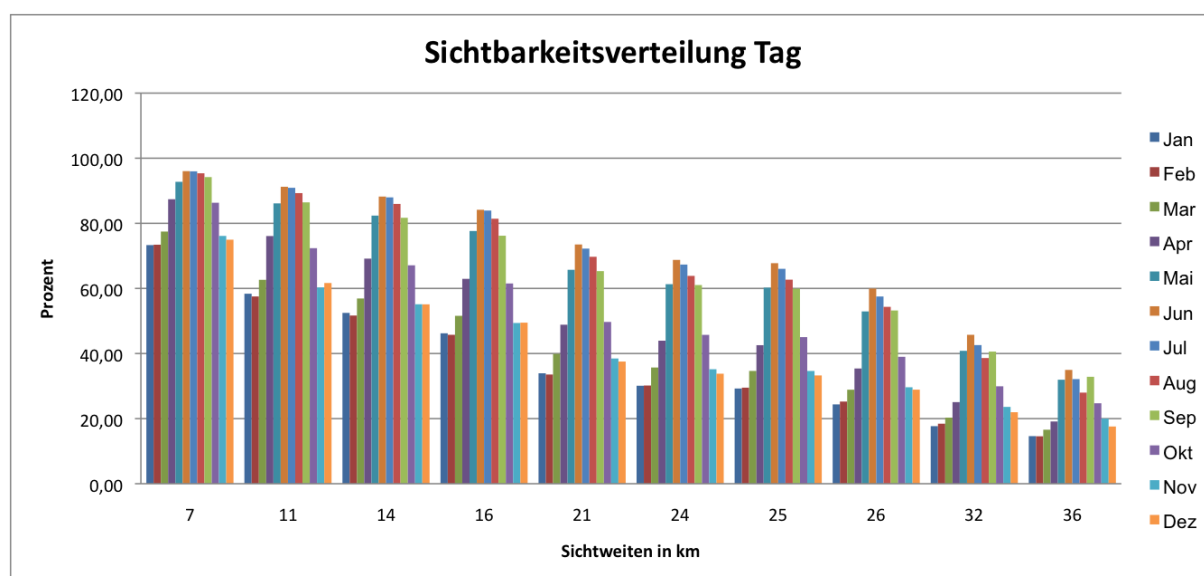


Abbildung 6: Sichtbarkeitsverteilung Tag aus den Beobachtungen an der Station Arkona

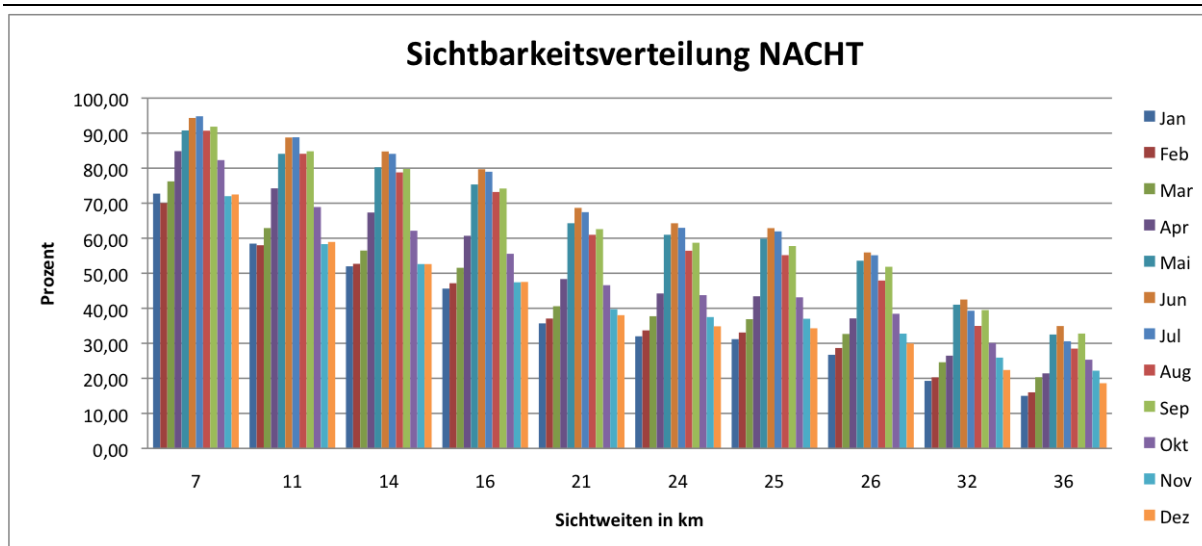


Abbildung 7: Sichtbarkeitsverteilung Nacht aus den Beobachtungen

Neben den Tagessichtbarkeiten spielt nachts vor allem die Befeuerung eine entscheidende Rolle.

Diese ist in der Bauphase mit einer Befeuerung mit einer Tragweite von 3 sm und einer Lichtstärke von 20 cd nur im Nahbereich erkennbar. Als betroffener Standort, von dem aus der OWP sichtbar ist, kommt hier nur die Fähre zum Tragen. Von allen weiteren Beobachtungsstandorten ist die Befeuerung mit 20 cd nicht sichtbar.

In der Betriebsphase sind die WEA mit einer Befeuerung der max. Stärke von 180 cd ausgestattet ("worst case" bei 5-Seemeilen-Befeuerung, welche mind. 120 cd haben müssen).

Diese haben in Bezug auf die vorgegebenen Sichtstufen bis max. 55 km eine maximale Tragweite von knapp 17 km, sind also auch bei sehr guten Sichtverhältnissen nur an den Standorten Darßer Ort, Prerow, Zingst und von der Fähre aus sichtbar (siehe Tabelle 1).

Eine schwächere Befeuerung der Stärke 100 cd hat noch eine Tragweite von knapp 14 km. An den meisten Standorten ist der OWP daher nachts nicht sichtbar, da die Entfernung zu weit ist.

Zudem ist der Windpark mit Sichtweitenmessgeräten ausgerüstet. Bei Sichtweiten über 5.000m wird die Nennlichtstärke der Feuer W rot auf 30% und bei Sichtweiten über 10km auf 10% reduziert. Das führt dazu, dass die Flugbefeuerung der WEA nachts von den Beobachtungsstandorten seltener wahrgenommen wird.

Standort			
Meteorologische Sichtweite / Tragweite	Darßer Ort	Prerow, Strand	Zingst, Strand
20 km / bis 11 km	A01, A03, A05		
50 km / bis 16 km	A0W, A01-A27, A29, A32-A33, A36, B01-B11, C01-C02	A0W, A01-A06, A08-A09, A11-A12, A14-A15, A18-A19, A22, B01-B10, C01-C02	
70 km / bis 18 km	A0W, A01-A40, A42, A43, B01-B11, C01-C04	A0W, A01-A27, A29-A30, A32-A33, A36, A38, B01-B11, C01-C05, C09	B01- B11, C01-C05, C09-C10, C12, C18

**Tabelle 5: Prognostizierte Sichtbarkeit der einzelnen WEA in Abhängigkeit von der meteorologischen Sichtweite und der Tragweite von Signalleuchten (Lichtstärke 180 cd)**

Der Standort Fähre Rostock-Trelleborg stellt dabei einen Sonderfall dar. Dieser lässt schon bei leichtem Dunst und einer Entfernung von 7 km die Befeuerungen mit den Stärken ab ca. 100 cd der Peripherie sichtbar werden. Herrscht dagegen sehr gute Sicht, so sind die maximalen Lichtstärken von 180 cd ("worst case") vom gesamten Park sichtbar.

Da es sich bei der Fähre aber um ein sich bewegendes Objekt handelt, das sich zu Teilen des Parks hin und auch wieder von ihnen weg bewegt, werden wiederum Teile des Parks stetig überlagert und verstärkt sowie abgeschwächt.

Die genaue Auflistung der Sichtbarkeiten bei Nacht aus den Beobachtungen an der Station "Arkona" ist im Detail im Anhang 6 zu finden.

## 9. Zusammenfassung

In diesem Gutachten wurde im Zuge der Planung des Offshore-Windparks "Gennaker" für 13 von der Genehmigungsbehörde festgelegte Standorte die Sichtbarkeiten untersucht.

Dazu sind als Grundlage die Sichtweiten der Wetterstation "Arkona" aus dem Jahre 1999 bis 05/2016 mit über 148.000 Beobachtungswerten herangezogen worden. Mit ihrer räumlichen Lage (nördlichstes Kap der Insel Rügen) ist die Wetterstation "Arkona" repräsentativ, zudem es die einzige Station in der Nähe des OWP Gennaker ist, welche die Sichtweiten auch nach See meldet.

Aus diesen Daten ergeben sich Sichtbarkeiten am Tag, die zeigen, dass die Häufung, den Park sehen zu können, sich auf die Sommermonate und im Tagesgang auf die Stunden am späten Nachmittag und Abend konzentriert. Die Minima hingegen liegen in den Wintermonaten und im Tagesgang am frühen Morgen.

### 9.1. Tag

Die Häufigkeiten für den Tag sind in Tabelle 6 zu sehen. Hier wird die mittlere prozentuale Häufigkeit der Sichtweitenüberschreitung über das gesamte Jahr angegeben. Daraus ergibt sich tagsüber eine mittlere Sichtbarkeit von ca. 52%, also etwa die Hälfte der Zeit.

Zudem ist die minimale und maximale prozentuale Häufigkeit der Sichtweitenüberschreitung angegeben, die sich auf die gemittelten monatlichen Werte bezieht. Die maximalen Werte stammen, wie bereits näher beschrieben, aus den Sommermonaten und die minimalen Werte aus den Wintermonaten.

Ort	Minimale Entfernung [km]	Sichtbarkeiten maximale Häufigkeiten pro Monat	Sichtbarkeiten minimale Häufigkeiten pro Monat	Gemittelte Häufigkeiten pro Jahr
Wustrow, Kirchturm	25	59%	26%	41%
Wustrow, Strand	25	59%	26%	41%
Ahrenshoop, Strand	21	35%	72%	52%
Darßer Ort, Leuchtturm	11	90%	58%	74%
Prerow, Strand	14	87%	52%	69%
Zingst, Strand	16	83%	46%	63%
Barth, Kirchturm	24	67%	31%	48%
Hohe Düne	21	35%	72%	52%
Vitte	25	59%	26%	41%
Dornbusch, Leuchtturm	24	67%	31%	48%
Mövenort	36	35%	15%	24%
Dranske	32	45%	19%	31%
Fähre	7	96%	72%	84%

**Tabelle 6: Prozentuale Häufigkeiten der Sichtbarkeit des OWP von den ausgewählten Standorten aus bei minimaler Entfernung**



## Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016

---

Diese Ergebnisse beruhen auf den Messwerten von Sichtweiten der Station "Arkona", denen Beobachtungen eines Wetterbeobachters zugrunde liegen.

Die Ergebnisse dürften durch die Lage der Station, die mit 47 m Höhe über dem Meeresspiegel liegt, größer ausfallen als die Sichtweiten zum gleichen Zeitpunkt an tiefer gelegenen Standorten, da vor allem in den Wintermonaten z.B. flache Nebelbänke die Sichtweiten auf Meeresniveau verringern.

Die Häufigkeitsangaben für die Sichtbarkeiten des OWP "Gennaker" sind dadurch leicht überschätzt. Sie dürften über den tatsächlich zu erwartenden Werten der einzelnen Beobachtungsstandorte liegen und können somit als konservative Abschätzung angesehen werden.

### 9.2. Nacht

In der Nacht bzw. bei Dunkelheit werden lediglich Feuer W, rot ES bis zu einer Entfernung von 17 km und bei guten Sichtverhältnissen von der Küste aus wahrgenommen.

Die meteorologische Sichtweite muss daher vom Darßer Ort aus mindestens 20 km betragen, damit die Feuer wahrgenommen werden. In Zingst und Prerow muss die Sichtweite 50 km betragen, um die Feuer sehen zu können.

Die Häufigkeiten der beobachteten Sichtweiten von 20 km liegen in der Nacht bei ca. 50%, von 50 km nur noch bei knapp 14 %.

Für diese drei Standorte ist es aufgrund der Größe des Parks und aufgrund der Häufigkeitsverteilung der Sichtbarkeiten nicht möglich, den gesamten Park zu sehen.

Einzig der Standort Fähre Rostock-Trelleborg mit einer minimalen Entfernung von 7 km zum nächstgelegenen Peripheriepunkt bietet die Möglichkeit nicht nur tagsüber sondern auch nachts Befeuerungen ab ca. 100 cd der WEA wahrzunehmen.

Daher wird prognostiziert, dass der OWP bei Dunkelheit von Beobachtungsstandorten, die mind. 18,5 km entfernt sind, nicht mehr sichtbar wäre.

### 9.3. Aktualisierung 2022

Durch die Änderung des Turbinentyps auf Siemens Gamesa „SG 167 DD“ mit einer höheren Gesamtbauhöhe der WEA von +15 m auf max. 190 m wird die Sichtbarkeit des Windparks nach meteorologischen Maßstäben nicht erhöht.

Schon beim Turbinentyp Siemens SWT-7.0-154 / SWT-8.0-154 mit einer Gesamtbauhöhe der WEA von max. 175 m waren alle WEA innerhalb des Windparks bei guten Sichtbedingungen von allen Standorten aus sichtbar.

Mit dem neuen Turbinentyp, der einen größeren Rotordurchmesser von +13 m hat, und dem insgesamt höherem Turm der WEA, könnte sich möglicherweise die subjektive Wahrnehmung durch den Betrachter erhöhen.

## Gutachten über die Sichtbarkeit des OWP GENNAKER 2016

---

### Literatur

- (1) DWD über die Tragweite vorgegebener Lichtstärken (als Grundlage zur Bestimmung nächtlicher Sichtbarkeiten des OWP Gennaker)
- (2) OWP Gennaker Kennzeichnungskonzept Teil 1 - Kennzeichnung und Befeuerung als Schifffahrtshindernis während der Bauphase
- (3) OWP Gennaker Kennzeichnungskonzept Teil 2 - Kennzeichnung und Befeuerung als Schifffahrtshindernis während des Normalbetriebs
- (4) OWP Gennaker Kennzeichnungskonzept Teil 3 - Kennzeichnung und Befeuerung als Luftfahrthindernis
- (5) Richtlinie für die Gestaltung, Kennzeichnung und Betrieb von Windenergieanlagen im Verantwortungsbereich der WSDen Nord und Nordwest zur Gewährleistung der Sicherheit und Leichtigkeit des Schiffsverkehrs.
- (6) Allgemeine Verwaltungsvorschriften zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
- (7) DWD-Sensorik und Systeme für den Wetterbeobachtungs- und Wettermeldedienst

## 10. Anlagen

- Anhang 1: Entfernungen Tabelle
- Anhang 2: Entfernungen Bilder
- Anhang 3: Mittlere monatliche Überschreitungshäufigkeiten
- Anhang 4: Sichtweitenstufen
- Anhang 5: Sonnenstände
- Anhang 6: Sichtbarkeiten Tag-Nacht

Kiel, 11. Mai 2022

*Alina Dux*

(Diplom-Meteorologin)

Version	Datum	Beschreibung
1	03.08.2016	Prüffassung
2	17.08.2016	Finale Fassung
3	11.02.2022	Überarbeitung finale Fassung „Änderung des Turbinentyps“
4	11.05.2022	Überarbeitung Kartenmaterial