
**Errichtung und Betrieb von
4 Windenergieanlagen**

**des Typs Nordex N163 5.7
in der Gemeinde Karlsburg**

Landkreis Vorpommern-Greifswald

**Standortspezifische Eisfall- und Eisabwurf-
Gefährdungsbetrachtung**

Antragsteller:



naturwind schwerin gmbh

Schelfstraße 35

19055 Schwerin

Inhaltsverzeichnis

1. Anlass.....	2
2. Grundlagen.....	2
2.1. Vereisung.....	2
2.2. Regelungen	3
2.3. Grenzwerte der Risikobewertung	4
3. Vorgehensweise Beurteilung der Gefährdung durch Eiswurf und Eisfall	5
3.1. Bestimmung ob Risikobewertung	5
3.2. Risikobewertung Eisfall	5
4. Zusammenfassung.....	7
5. Literatur- und Quellenverzeichnis	9
6. Anhänge	9

1. Anlass

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens für eine Windenergieanlage muss nachgewiesen werden, dass sich Windenergieanlagen wegen der Eisfall- und Eisabwurfgefahr in einem sicheren Abstand von Bereichen der allgemeinen Öffentlichkeit, Straßen und Gebäuden befinden. Mit der standortspezifischen Betrachtung zur Gefährdung von Objekten im näheren Umfeld wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der eine Gefährdung durch Eiswurf und Eisfall eintritt und diese mit zulässigen Grenzwerten verglichen.

2. Grundlagen

2.1. Vereisung

Vereisungen an Rotorblättern entstehen durch das Auftreffen kühler Wassertropfen oder durch Bildung von Reif. Je nach meteorologischen Bedingungen kann es zum Eisansatz am gesamten Rotorblatt oder auch nur an Teilen, meist an den Blattspitzen, kommen. Die Eisbildung erfolgt weitestgehend an der Vorder- und /oder Hinterkante, als auch an der Rotorblattspitze, welche der höchsten Rotationsgeschwindigkeit ausgesetzt ist. In der Folge besteht eine Gefahr durch sich lösende oder brechende Eisstücke.

Die Vereisung tritt ein, wenn entweder unterkühlte Wassertropfen auf das Rotorblatt treffen oder die Oberflächentemperatur des Rotorblattes unterhalb des Reifepunktes liegt und Wasserdampf auf der Oberfläche sublimiert (F2E, 2018 /1/).

Im Temperaturbereich von ca. 0° bis -10°C bildet sich aus Wassertropfen beim Auftreffen auf das Rotorblatt Eis. Bis etwa -4°C kommt es aufgrund der verzögerten Eisbildung zu Klareisbildung. Bei niedrigeren Temperaturen bildet sich Raueis. Unterhalb von -10°C können sich größere Ablagerungen von Raureif bilden (F2E, 2018 /2/).

2.2. Regelungen

In Anlage 2.7/12 zur Richtlinie „Windenergieanlagen: Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung“ von 2015 /4/ heißt es unter Abs. 2 „*Abstände zu Verkehrswegen und Gebäuden sind unbeschadet der Anforderungen aus anderen Rechtsbereichen wegen der Gefahr des Eisabwurfs einzuhalten, soweit eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nicht auszuschließen ist. Abstände größer als 1,5 x (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend.*“

„*Werden diese Abstände unterschritten oder soll die WEA in einer eisgefährdeten Region gebaut werden, ist die WEA mit technischen Einrichtungen auszurüsten, durch die entweder die WEA bei Eisansatz stillgesetzt wird oder durch die der Eisansatz verhindert wird. ... Die Funktionssicherheit dieser Einrichtungen ist durch eine gutachterliche Stellungnahme nachzuweisen.*“ (Windenergiehandbuch 2017 /6/ S. 154).

„*Die o.g. Abstandsformel der für die Abschätzung der maximalen Eiswurfweite geht auf Erkenntnisse aus dem WECO-Forschungsprojekt zurück [Seifert /5/]. Dabei wurde eine theoretische Berechnungsmethode für die Eiswurfweite entwickelt und mit Angaben aus Betreiberbefragungen zu von ihnen beobachteten Eiswurfereignissen abgeglichen. Es gibt bisher nur wenige systematische empirische Felduntersuchungen zu Eiswurf von WEA. Ein Forschungsprojekt an einer WEA mit 50 m Nabenhöhe und 40 m Rotordurchmesser in den Schweizer Alpen [Cattin] ergab, dass das maximal ermittelte Gewicht eines einzelnen Eistückes zwar 1,8 kg betrug, knapp 50% der Stücke jedoch weniger als 50 g und etwa 80% weniger als 200 g wogen. 40 % der Eisstücke fanden sich im Bereich unterhalb des Rotors, die maximale Wurfweite betrug 92 m. Als wesentliche Einflussfaktoren erwiesen sich die Windrichtung und -geschwindigkeit im Zeitpunkt des Eisabwurfs. Die real beobachteten Entfernungen blieben damit deutlich unterhalb der theoretischen Annahme von Seifert (s.o) für Eiswurf bei Betrieb der WEA. Die Beobachtungen deckten sich eher mit der von **Seifert vorgeschlagenen Formel für Eisabfall von stillstehenden WEA: Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe x (Gesamthöhe)/15 [Seifert]** und der von Garrad Hassan vertretenen Ansicht, dass Eisstücke von stillstehenden WEA nur bei sehr großen Windgeschwindigkeiten weiter als 50 m getragen werden [Garrad Hassan 2007].“ (Windenergiehandbuch 2017 /6/ S. 154).*

Beim Einsatz der vorhandenen Systeme zur Eiserkennung ist nur mit Eisfall zu rechnen. Eisfall wird definiert als die Ablösung von Eisteilchen vom stillstehenden bzw. trudelnden Rotor oder von anderen WEA-Teilen sowie die Verbreitung der Eisteilchen infolge der auftretenden Winde. In solchen Fällen schlägt (Seifert /5/) die Einhaltung eines Sicherheitsabstandes von **Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe x (Gesamthöhe)/15** vor.

- **Eiswurf:** Ablösung von Eisstücken während des Betriebes
- **Eisfall:** Ablösung von der trudelnden / stillstehenden WEA

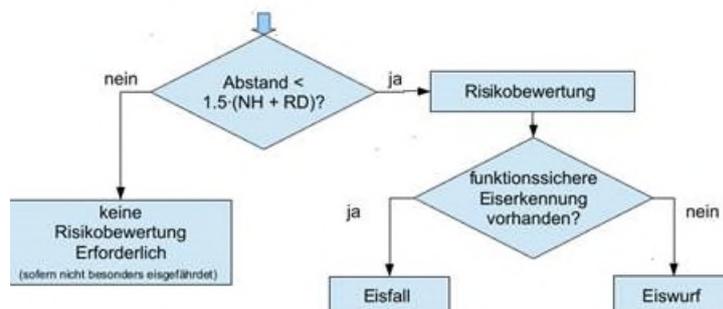


Abbildung 1 Entscheidungsbaum für die Bewertung des Risikos durch Eiswurf und Eisfall (F2E, 2018 /2/)

Die International Energy Agency (IEA) hat auf internationaler Ebene Empfehlungen für die Risikobewertung von Eisfall und Eiswurf erarbeitet (IEA /3/).

2.3. Grenzwerte der Risikobewertung

Gemäß IEA /3/ ist in Abhängigkeit vom Schutzgut das individuelle oder das kollektive Risiko zugrunde zu legen. Dies erfolgt abhängig von der Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen. F2E /3/ verwendet in Anlehnung an die IEA /3/ folgende Aufteilung:

- Individuelles Risiko:
 - Land- und forstwirtschaftlich genutzte Wege, Wanderwege, Fahrradwege und Straßen mit geringer Verkehrsdichte
 - Objekte wie Scheunen, Hütten etc., die regelmäßig durch den Besitzer oder durch einen kleinen Personenkreis genutzt werden.
- Kollektives Risiko:
 - Stark genutzte Gemeindestraßen, Kreisstraßen, Landesstraßen, Bundesstraßen und Autobahnen
 - Objekte, die von generellem Interesse für die Öffentlichkeit sind und entsprechend durch eine größere Personengruppe genutzt werden (öffentliche Parkplätze, Industrieanlagen etc.)

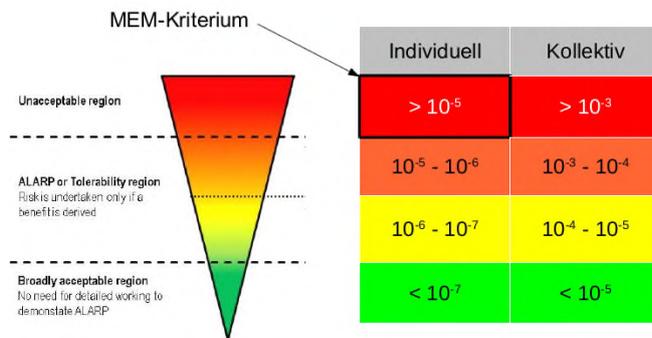


Abbildung 2 Risikobewertung: Grenzwerte nach IEA /2/

Bereich		Individuell	Kollektiv
Roter Bereich	Risiko inakzeptabel - Maßnahmen sind einzuleiten	$>10^{-5}$ MEM-Kriterium	$>10^{-3}$
Oranger Bereich	Risiko akzeptabel - Maßnahmen sind in Betracht zu ziehen	$10^{-5} - 10^{-6}$	$10^{-3} - 10^{-4}$
Gelber Bereich	Risiko akzeptabel - Maßnahmen sind in der Regel nicht erforderlich	$10^{-6} - 10^{-7}$	$10^{-4} - 10^{-5}$
Grüner Bereich	Risiko uneingeschränkt akzeptabel	$<10^{-7}$	$<10^{-5}$

Tabelle 1 Risikobewertung: Grenzwerte nach IEA /2/

Nach F2E /2/ definiert die Obergrenze des sogenannten ALARP-Bereichs das MEM-Kriterium für das individuelle Risiko. Risiken die höher als das MEM-Kriterium liegen, sind als nicht akzeptabel anzusehen.

Zur Gefährdungsabschätzung durch Eisfall wird als Grenzwert das MEM-Kriterium für das individuelle Risiko mit einer Eintrittswahrscheinlichkeit von bis zu $<10^{-5}$ bzw. für das kollektive Risiko von $<10^{-3}$ angesetzt.

3. Vorgehensweise Beurteilung der Gefährdung durch Eiswurf und Eisfall

3.1. Einstufung Risikobewertung

Gemäß Abbildung 1 wird der Abstand nach $1,5 \times$ (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) bestimmt und projektspezifisch untersucht, ob sich im Umreis des Abstandes um jede WEA Schutzobjekte befinden.

Folgende Maßnahmen zur Risikominimierung werden festgelegt:

- an landwirtschaftlichen Wegen, meistens Zuwegungen zu den WEA, werden an den Schnittpunkten des o.g. Abstandskreises mit den Wegen Warnschilder angebracht, welche vor Eiswurf warnen und darauf hinweisen, dass das Betreten und der Aufenthalt im Windpark auf eigene Gefahr geschehen.
- Sind weitere Schutzobjekte (Straßen, öffentliche Plätze usw.) identifiziert, sind die WEA mit einer funktionierenden Eiserkennung auszustatten. Somit kann davon ausgegangen werden, dass der Betrieb bei potenziell gefährlichem Eisansatz ausgeschlossen werden kann und sich damit keine Gefährdung durch Eiswurf an diesen betrachteten WEA ergibt. Es erfolgt eine Risikobewertung des Eisfalls.

3.2. Risikobewertung Eisfall

Die Risikobewertung des Eisfalls ist für jede betroffene WEA und jedes Schutzobjekt durchzuführen.

Die Risikobewertung erfolgt anhand der Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit aufgrund standortspezifischer Klima- und Winddaten sowie geplanter projektspezifischer Daten. Diese sind:

- Projektspezifisch:
 - WEA Typ mit Rotordurchmesser, Nabenhöhe in m über GOK, Abschaltgeschwindigkeit der WEA und Lage (Koordinaten)
 - Schutzobjekt/ -art, minimaler Abstand zur WEA
- Standortspezifisch:
 - Klimadaten: Vereisungstage am Standort (Abbildung 3)
 - Windverteilung (Weibullverteilung) auf Nabenhöhe am Standort

Die **Eintrittswahrscheinlichkeit eines Eisfallereignisses** an einem Schutzobjekt wird von folgenden Faktoren beeinflusst:

- Der Vereisungswahrscheinlichkeit
 - ist abhängig von den Wetterbedingungen, welche zur Vereisung führen, und gibt an, wie oft dies passiert – Datenbasis ist die Studie des DWD von 2013 /1/ siehe Abbildung 3
- Dem Windsektor mit der Eintrittswahrscheinlichkeit (Windhäufigkeit)
 - aus welcher der Wind wehen muss, damit ein Eisstück in Richtung Schutzobjekt fallen/getragen werden kann.
- Der Windgeschwindigkeitsverteilung (Weibull-Verteilung)
 - gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) eine bestimmte Windgeschwindigkeit am Standort in Nabenhöhe auftritt.

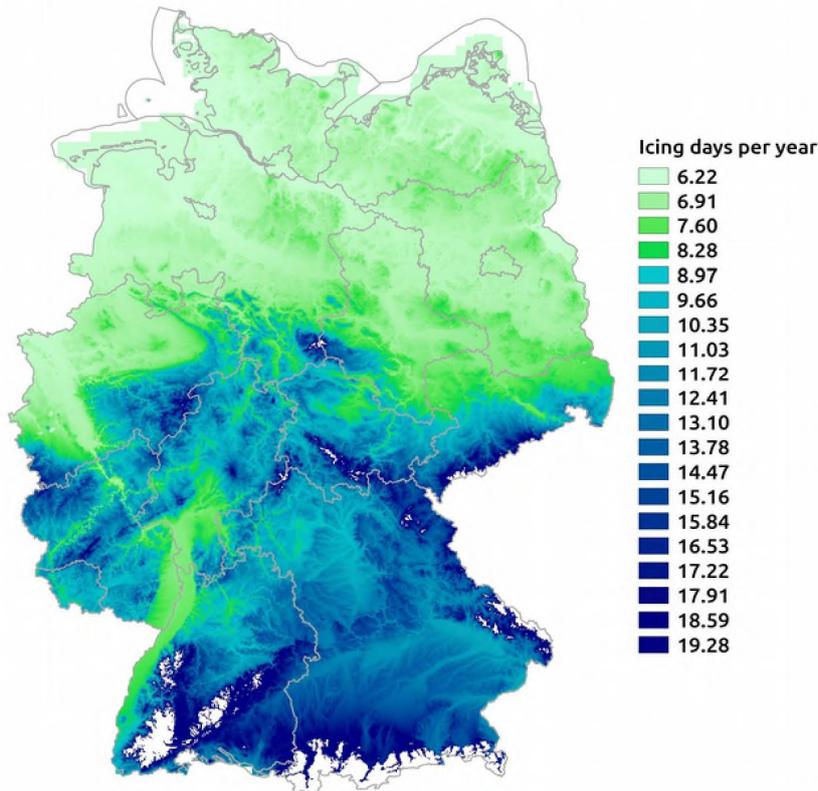


Abbildung 3 Vereisungstage pro Jahr nach Wichura /1/

Eine Gefährdung am Schutzobjekt tritt nur dann ein, wenn sich Personen auf diesen Flächen aufhalten, wie z.B. auf Parkplätzen, oder sich auf diesen bewegen, wie auf Straßen und Wegen. Die **Gefährdungswahrscheinlichkeit** von Personen, welche sich auf diesen Flächen befinden, ist von folgenden Parametern abhängig:

- Anzahl von Fahrzeugen (Verkehrsmenge) bzw. der sich aufhaltenden Personen
- Geschwindigkeit, mit der sich Personen oder Fahrzeuge bewegen
- Dauer des Aufenthalts in den gefährdeten Bereichen

Als weiteres Kriterium zur Einschätzung der Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall wird der **notwendige Sicherheitsabstand zu Schutzobjekten** nach (Seifert /5/) bestimmt.

Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe x Gesamthöhe/15 nach (Seifert /5/)

Wird dieser Schutzabstand, welcher von der Windgeschwindigkeit abhängig ist, eingehalten, kann davon ausgegangen werden, dass keine Gefährdung durch Eisfall gegeben ist (Windenergiehandbuch /6/ S. 154).

Dieser Schutzabstand variiert je nach Windrichtung und Häufigkeit. Je größer die Windgeschwindigkeit ist, desto weiter wird ein Eisstück getragen und desto größer ist der notwendige Schutzabstand. Die Häufigkeit von großen Windgeschwindigkeiten ist relativ gering – siehe Weibull-Verteilung.

Die zusammenfassende Beurteilung berücksichtigt die **Eintrittswahrscheinlichkeit eines Eisfallereignisses**, die **Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt** und den **notwendigen Sicherheitsabstand** nach Seifert /5/.

- Fall 1: Bleibt die Eintrittswahrscheinlichkeit bei allen Windgeschwindigkeiten unter der zulässigen Grenze, wird dies als akzeptables Risiko eingestuft. Somit ist von keiner Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall auszugehen.
- Fall 2: Wird der Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt bei allen Windgeschwindigkeiten eingehalten, ist von keiner Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall auszugehen.

- Fall 3: Überschreitet die Eintrittswahrscheinlichkeit bei einer Windgeschwindigkeit die zulässige Grenze, wird dies als unakzeptables Risiko eingestuft. Wird der notwendige Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt allerdings eingehalten, ist davon auszugehen, dass eine Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall ausgeschlossen werden kann.
- Fall 4: Wird der Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt bei einer Windgeschwindigkeit unterschritten, aber die Eintrittswahrscheinlichkeit als akzeptabel angesehen, ist von keiner Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall auszugehen.
- Fall 5: Überschreitet die Eintrittswahrscheinlichkeit bei einer Windgeschwindigkeit die zulässige Grenze, wird dies als unakzeptables Risiko eingestuft. Wird gleichzeitig der notwendige Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt nicht eingehalten ist davon auszugehen, dass eine Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall nicht ausgeschlossen werden kann.

Kann bei allen Windgeschwindigkeiten, bei der die WEA betrieben wird, eine Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall ausgeschlossen werden (Fall 1 bis 4), ist von keiner Gefährdung des Schutzobjektes durch die betrachtete WEA auszugehen.

Ist bei einer spezifischen Windgeschwindigkeit mit einer Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall zu rechnen, sind weitere Untersuchungen bzw. Maßnahmen zur Risikominimierung zu ergreifen.

4. Standortsspezifische Zusammenfassung

Nördlich der geplanten WEA verläuft die Bahnstrecke Züssow-Wolgast der Usedomer Bäderbahn. Eine potenzielle Gefährdung durch Eiswurf liegt durch die WEA 1 und WEA 2 vor. Gemäß Gutachten „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten – Bestimmung von Mindestabständen“ (A23 Veenker/7/) ist davon auszugehen, dass beim Aufprall von Kleinteilen und Eisfragmenten keine Gefährdung vorhanden ist, sofern der dort angeführte Mindestabstand eingehalten wird. Für den geplanten Anlagentyp wäre demnach ein Mindestabstand von 160m erforderlich. Da die WEA 1 diesen Mindestabstand geringfügig unterschreitet erfolgt die Gefährdungsbetrachtung s. Anhang 1. Für WEA 2 ist der Mindestabstand eingehalten.

Während es sich beim Wirtschaftsweg Zarnekow – Giesekehagen um einen öffentlichen Gemeindeweg handelt, ist der Wirtschaftsweg, auf dem auch die künftige Zuwegung zum Windpark verläuft nicht öffentlich. Eine Eiserkennung für die verbleibenden WEA 2-4 ist daher nicht notwendig und das Aufstellen von Warnschildern mit folgender Aufschrift ausreichend.

„Vorsicht Eisabwurf – Aufenthalt im Windpark auf eigene Gefahr“ (siehe Abbildung 4)

Empfehlung zusätzlicher Maßnahmen zu Risikominimierung:

- Anbringen von Warnschildern am öffentlichen Gemeindeweg
- Ausrichtung des stillstehenden Rotors der WEA parallel zur Straße bzw. des Weges

Die zusammenfassende Betrachtung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die detaillierte Betrachtung erfolgt in den Anhängen 1 – 3.

WEA	Schutzobjekt	Einsatz Eiserkennungssystem notwendig	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
1	1 – Bahntrasse Züssow Wolgast	ja	nicht vorhanden
1	2 – Wirtschaftsweg Zarnekow-Giesekehagen (öffentlicher Weg)	ja	nicht vorhanden
R4 bereits beantragt	3 – Wirtschaftsweg Zarnekow-Giesekehagen (öffentlicher Weg)	ja	nicht vorhanden

Für das zu betrachtende Schutzobjekt sind folgende Maßnahmen zur Risikominimierung notwendig:

- Einsatz einer funktionierenden Eiserkennung für die WEA 1

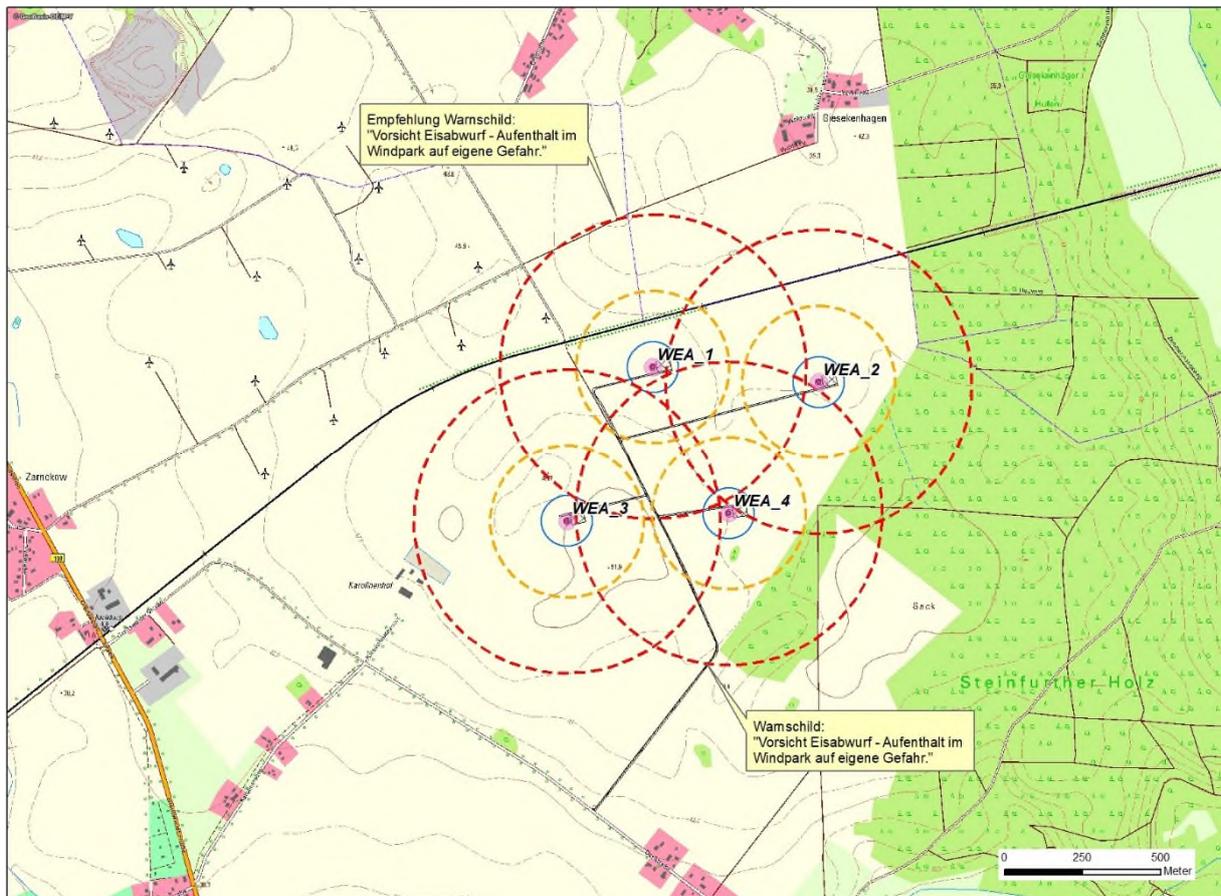


Abbildung 4 Übersicht Schilder

5. Literatur- und Quellenverzeichnis

- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, September 8-11, 2013, pp. 303-309.
- /2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018
- /4/ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur, "Technisches Regelwerk - Wasserstraßen"(TR-W) einschließlich „Wasserstraßenspezifische Liste Technischer Baubestimmungen“ (WLTB) – Ausgabe 07/2015 - Anlage 2.7/12 Zur Richtlinie "Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Abs. 2
- /5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortrag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007
- /6/ Agatz, Monika, Windenergiehandbuch, 14. Ausgabe, 12/2017
- /7/ Veenker, Gutachten Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten – Bestimmung von Mindestabständen, Revision 07, 12/2014

6. Anhänge

- Erläuterung zur Berechnung
- Windverteilung am Standort in Nabenhöhe naturwind, 05/2020
- Windverteilung naturwind BlmSch Repowering Park BA1, 05/2020
- Veenker Anlage A23

Anhang-Nr.	WEA	Schutzobjekt
1	1	Bahnstrecke Züssow - Wolgast
2	1	Wirtschaftsweg Zarnekow-Giesekehagen
3	R4	Wirtschaftsweg Zarnekow-Giesekehagen

Schwerin, den 06.05.2021

Erstellt durch die naturwind schwerin GmbH

Dipl.-Ing. Anke Stuhr
pdf ohne Unterschrift gültig

naturwind schwerin GmbH . Schelfstraße 35 . 19055 Schwerin . Tel +49 (0)385 77 88 37-0 . Fax +49 (0)385 77 88 37-29

Geschäftsführer Bernd Friedrich Jeske . Sitz der Gesellschaft Schwerin . Amtsgericht Schwerin HRB 8446 . St.-Nr. 090/115/04024
HypoVereinsbank DE03 2003 0000 0024 7881 27 . HYVEDEMM300 . info@naturwind.de . www.naturwind.de

Erläuterung zur Berechnung der Risikogrenzwerte:

In den Betrachtungen zum Eisfall und Bauteilversagen werden die Wahrscheinlichkeiten für den jeweiligen Fall separat berechnet. Die Gefährdungsbetrachtung zum Bauteilversagen enthält in Tabelle 6 und Anhang 1 eine zusammenfassende Bewertung beider Betrachtungsfälle und somit das maßgebliche kumulierte Gesamtrisiko.

Detaillierte Angaben zum Berechnungsweg zum Eisfallrisiko

Die Bestimmung der Gefährdung ergibt sich aus der Gefährdungswahrscheinlichkeit von einem Eisstück getroffen zu werden. Diese ergibt sich aus der Aufenthaltswahrscheinlichkeit und der Trefferwahrscheinlichkeit

- Die **Aufenthaltswahrscheinlichkeit** pro Jahr wird bestimmt durch die Anzahl von Personen, sowie die Geschwindigkeit, mit der sich diese Personen durch den Eiswurfgefahrenbereich bewegen.
z.B. bei einer Straße:

		Bsp.	Einheit
○ Fahrzeuge pro Tag (Informationen aus Verkehrsmengenkarten etc.)	A	10007	-
○ Geschwindigkeit mit der sich die Fahrzeuge durchschnittlich bewegen	v	80	km/h
○ Länge des Streckenabschnittes durch den Gefahrenbereich ¹ (graphisch bestimmt)	l	765m	m
○ Auslastung des Fahrzeuge	Z	100%	
○ Anzahl der Personen durchschnittlich pro Fahrzeug (Statistikwert)	n _{PKW}	1,5	n
○ Bestimmung der Aufenthaltswahrscheinlichkeit	$P_{\text{Aufenthalt}} = l/v \times 3,6 \times A / 3600 / 24 / 365 \times n_{\text{PKW}}$	0,016	Absolut oder in %

¹ Eiswurfgefahrenbereich nach Formel /4/: $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser plus Nabenhöhe})$

- Trefferwahrscheinlichkeit** – Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, z.B. auf einer Straße von einem Eisstück getroffen zu werden

		Bsp.	Einheit
○ Fläche im Gefährdungsbereich (graphisch bestimmt)	A _{Gefährdungsbereich}	7305	m ²
○ Länge des Schutzobjektes auf der sich Personen durch den Gefährdungsbereich bewegen (graphisch bestimmt)	l	780	m
○ Abstand der Fahrzeuge zueinander (gleich der Geschwindigkeit des	a	80	m

Fahrzeuges v – Durchschnittswert)			
○ Anzahl der Fahrspuren bei Straßen	n_f	2	-
○ Bestimmung der Anzahl der Fahrzeuge, die sich gleichzeitig im Gefährdungsbereich aufhalten	$n_{\text{Fahrzeug}} = l / a \times n_f$	19,5	-
○ Bestimmung der Anzahl der Personen, welche gleichzeitig sich im Gefahrenbereich aufhalten	$P = n_{\text{Fahrzeug}} \times n_{\text{PKW}}$	29,25	-
○ Trefferfläche ((5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	A_{Treffer}	5	m ²
○ Gesamttrefferfläche	$A_{\text{Gesamttreffer}} = A_{\text{Treffer}} \times n_{\text{Fahrzeug}}$	97,5	m ²
○ Trefferwahrscheinlichkeit	$P_{\text{Treffer}} = \frac{A_{\text{Gesamttreffer}}}{A_{\text{Gefährdungsbereich}}}$	0,0133	-

- **Gefährdungswahrscheinlichkeit** – Wie hoch ist die Wahrscheinlichkeit, z.B. in einem fahrenden Auto auf einer Straße von einem Eisstück getroffen zu werden

		Bsp.	Einheit
○ Gefährdungswahrscheinlichkeit	$P_{\text{Gefährdung}} = P_{\text{Aufenthalt}} \times P_{\text{Treffer}}$	0,000219	-

- **Vereisungswahrscheinlichkeit** (Bestimmung pro Sektor)

		Bsp.	Einheit
○ Vereisungstage am Standort (aus Vereisungskarte nach Wichura /1/)	t_{Eis}	6,9	t/a
○ Vereisungshäufigkeit	$Hn_{\text{Eis}} = t_{\text{Eis}} / 365$	0,0189	- oder %

- Bestimmung der **Eintrittswahrscheinlichkeit** eines Eisfallereignisses bei verschiedenen Windgeschwindigkeiten am Standort in Nabenhöhe. Dies ist von der Windgeschwindigkeitsverteilung (Weibullverteilung) abhängig. Diese gibt an, mit welcher Wahrscheinlichkeit (Häufigkeit) eine bestimmte Windgeschwindigkeit am Standort in Nabenhöhe auftritt. Diese wird sektorweise (12 Sektoren) betrachtet. (Siehe Windverteilungen am Standort in Nabenhöhe)

		Bsp. Sektor N bei 4m/s	Einheit
○ Windgeschwindigkeit	v_{Wind}	4	m/s
○ Windhäufigkeit pro Sektor (aus Weibullverteilung am Standort in Nabenhöhe)	p_{Sektor}	4,3	%
○ Vereisungshäufigkeit	Hn_{Eis}	0,0189	- oder %
○ Häufigkeit der Geschwindigkeitsverteilung (von 0 bis Abschaltgeschwindigkeit –	$h(v_{\text{wind}})$	17,503%	- oder %

Weibullfunktion aus A- und k-Parameter	$h(v) = \frac{k}{A} \left(\frac{v}{A}\right)^{k-1} \cdot e^{-\left(\frac{v}{A}\right)^k}$		
○ Eintrittswahrscheinlichkeit eines Eisfallereignisses	$P_{\text{Eisfall}} = p_{\text{Sektor}} \times H_{\text{N}_{\text{Eis}}} \times h(v_{\text{wind}})$	0,000142	- oder %
○ Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	$P_{\text{Eisfall}+\text{Gefährdung}} = P_{\text{Eisfall}} \times P_{\text{Gefährdung}}$	$3,1 \times 10^{-8}$	-

Abschließend wird der Maximalwert aus allen Eintrittswahrscheinlichkeiten des Eisfallereignisses unter der Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt bestimmt und mit den Grenzwerten nach der IEA /2/ verglichen.

PARK - Analyse der Windverhältnisse

Berechnung: 05/2020 V1 N163 4 WEA Nacht **Winddaten:** B - B; Nabenhöhe: 164,0

Standortkoordinaten

UTM (north)-ETRS89 Zone: 33
Ost: 410.459 Nord: 5.982.964

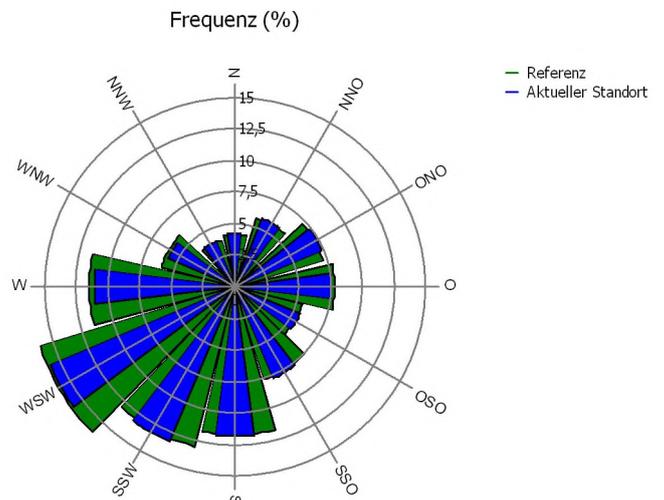
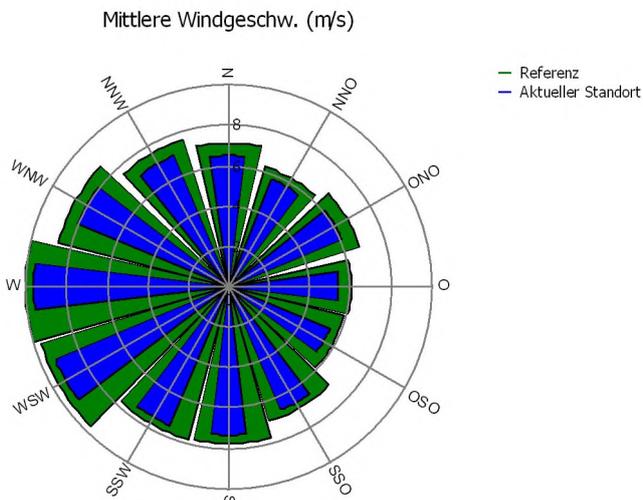
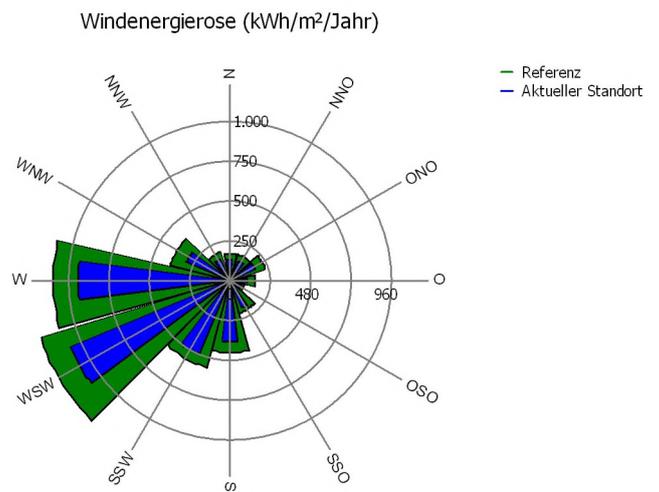
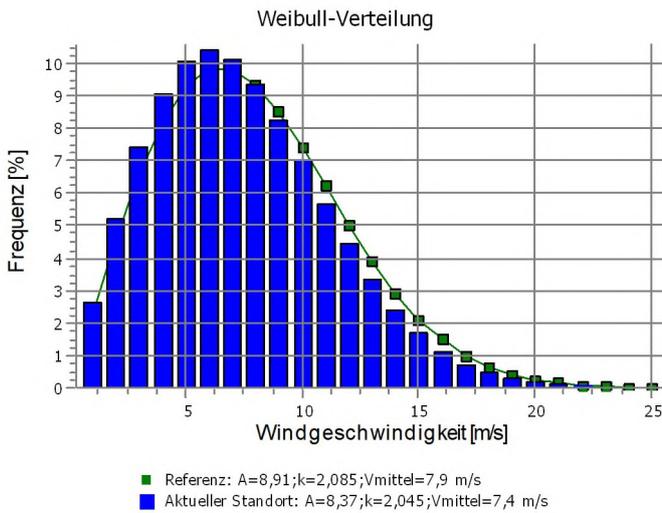
Winddaten

Windstatistiken

	Abstand [km]	Wichtung [%]
Greifswald 1992-2001-Corr0,96 MD77-1500.wws	19,3	25
Ueckermünde 1995-2004-Corr0,96 MD77-1500.wws	39,4	75

Weibull-Daten

Sektor	Aktueller Standort			Referenz: Rauigkeitsklasse 1			
	A-Parameter [m/s]	Windgeschwindigkeit [m/s]	k-Parameter	Frequenz [%]	A-Parameter [m/s]	k-Parameter	Frequenz [%]
0 N	7,31	6,49	1,861	4,3	8,03	1,847	4,1
1 NNO	6,43	5,73	1,740	5,8	6,94	1,689	5,7
2 ONO	6,84	6,06	2,018	7,4	7,60	1,992	7,3
3 O	6,11	5,42	2,377	7,5	6,82	2,324	7,8
4 OSO	6,09	5,40	2,502	5,5	6,60	2,457	5,4
5 SSO	7,45	6,62	2,635	5,5	7,80	2,635	7,6
6 S	8,26	7,34	2,639	11,8	8,75	2,654	11,7
7 SSW	8,43	7,47	2,338	13,3	8,81	2,316	13,0
8 WSW	10,47	9,29	2,537	15,8	10,91	2,548	16,0
9 W	10,88	9,63	2,189	11,1	11,32	2,189	11,5
10 WNW	9,15	8,11	2,150	5,7	9,80	2,127	6,0
11 NNW	7,93	7,04	1,916	3,9	8,60	1,899	3,9
Gesamt	8,37	7,42	2,045	100,0	8,91	2,085	100,0



PARK - Analyse der Windverhältnisse

Berechnung: 05/2020 Blmsch BA1 Repowering SMWinddaten: A - A; Nabenhöhe: 125,4

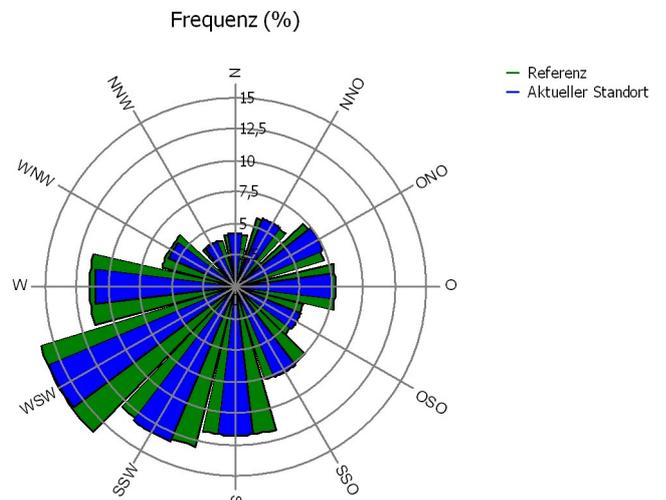
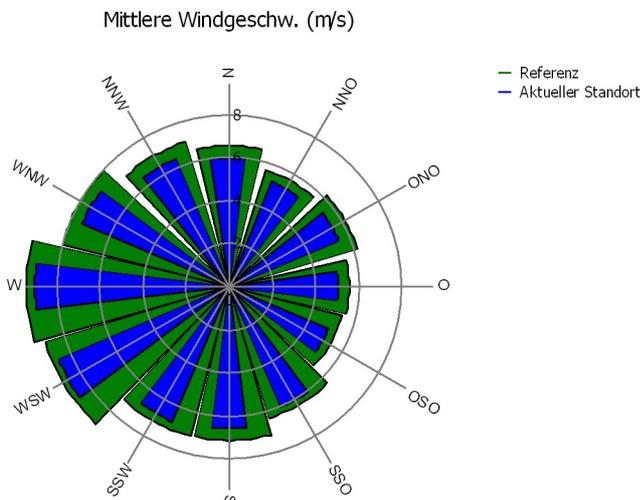
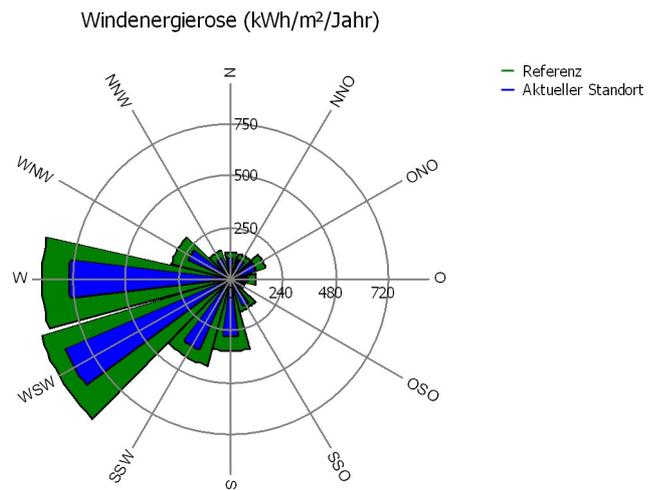
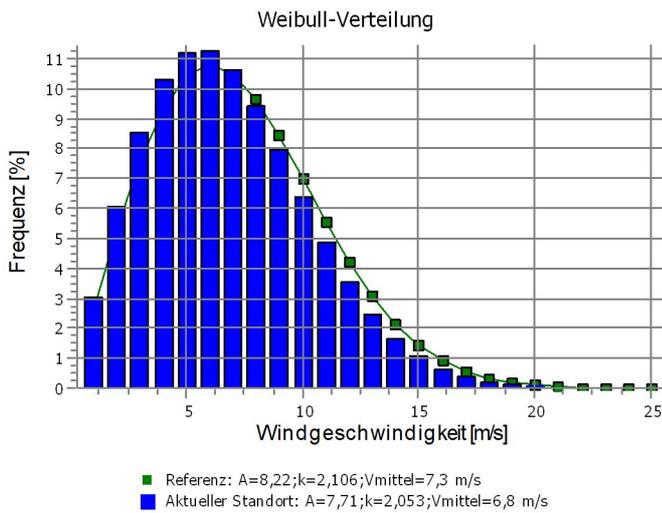
Standortkoordinaten
UTM (north)-ETRS89 Zone: 33
Ost: 409.470 Nord: 5.983.382

Winddaten
Windstatistiken

	Abstand [km]	Wichtung [%]
Greifswald 1992-2001-Corr0,96 MD77-1500.wws	18,3	25
Ueckermünde 1995-2004-Corr0,96 MD77-1500.wws	40,4	75

Weibull-Daten

Sektor	Aktueller Standort				Referenz: Rauigkeitsklasse 1			
	A-Parameter [m/s]	Windgeschwindigkeit [m/s]	k-Parameter	Frequenz [%]	A-Parameter [m/s]	k-Parameter	Frequenz [%]	
0 N	6,73	5,97	1,893	4,3	7,39	1,883	4,1	
1 NNO	5,91	5,27	1,760	5,8	6,39	1,717	5,7	
2 ONO	6,24	5,53	2,057	7,5	6,99	2,028	7,3	
3 O	5,69	5,04	2,412	7,6	6,28	2,365	7,8	
4 OSO	5,64	5,01	2,533	5,5	6,07	2,502	5,4	
5 SSO	6,84	6,08	2,682	7,8	7,17	2,681	7,6	
6 S	7,43	6,61	2,686	11,8	8,04	2,703	11,7	
7 SSW	7,68	6,81	2,381	13,3	8,10	2,357	13,0	
8 WSW	9,72	8,63	2,576	15,9	10,03	2,590	16,0	
9 W	10,19	9,03	2,213	11,1	10,62	2,217	11,5	
10 WNW	8,40	7,44	2,186	5,7	9,02	2,166	6,0	
11 NNW	7,26	6,44	1,947	3,9	7,92	1,932	3,9	
Gesamt	7,71	6,83	2,053	100,0	8,22	2,106	100,0	



Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Karlsburg Süd

37. naturwind GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 06.05.2021

Antrag:

4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp: N163
 Nennleistung: 5,7 MW
 Rotordurchmesser: 163,00 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 164 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

1

Schutzobjekt:

Bahnstrecke Züssow-Wolgast

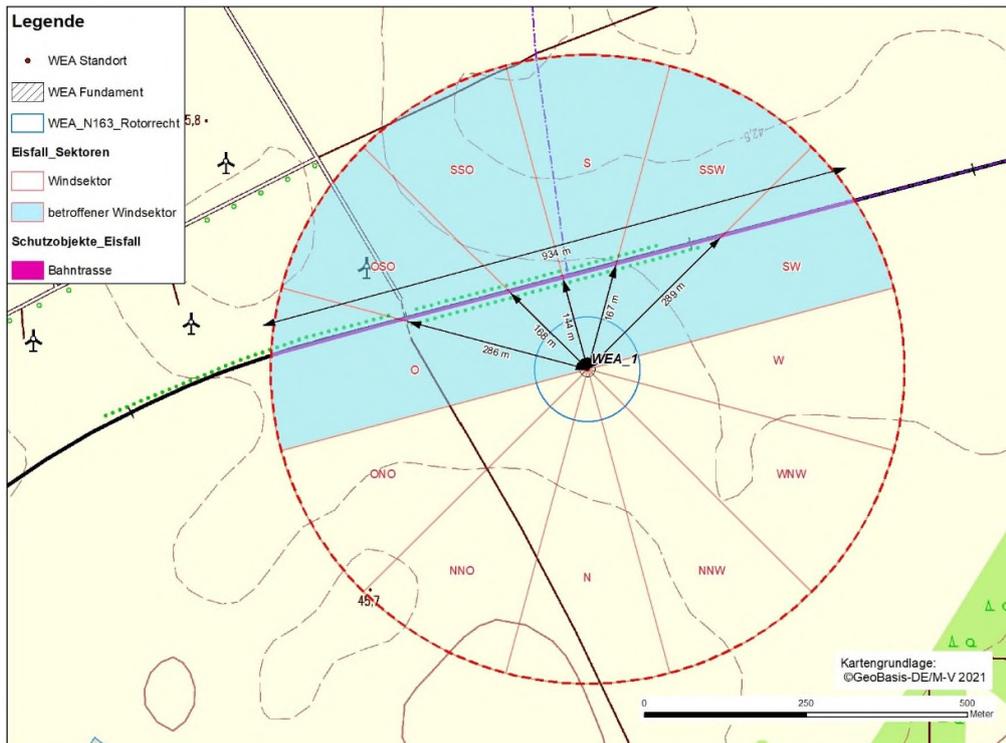
minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

144 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko

1



Windverteilung:

Quelle: Standort B - nw 25.05.2020

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
 Rechtswert: 410459
 Hochwert: 5982964
 Höhe über Grund/Nabenhöhe: 164 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	7,31	1,861	4,3	6,49
30	NNO	6,43	1,74	5,8	5,73
60	ONO	6,84	2,018	7,4	6,06
90	O	6,11	2,377	7,5	5,42
120	OSO	6,09	2,502	5,5	5,4
150	SSO	7,45	2,635	7,8	6,62
180	S	8,26	2,639	11,8	7,34
210	SSW	8,43	2,338	13,3	7,47
240	WSW	10,47	2,537	15,8	9,29
270	W	10,88	2,189	11,1	9,63
300	WNW	9,15	2,15	5,7	8,11
330	NNW	7,93	1,916	3,9	7,04
Gesamt		8,37	2,045	100	7,42

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 8,37 m/s
 k-Parameter: 2,045
 mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 7,42 m/s

Klimadaten am Standort:

Vereisungstage nach /1/am Standort: 6,91 Tage/Jahr

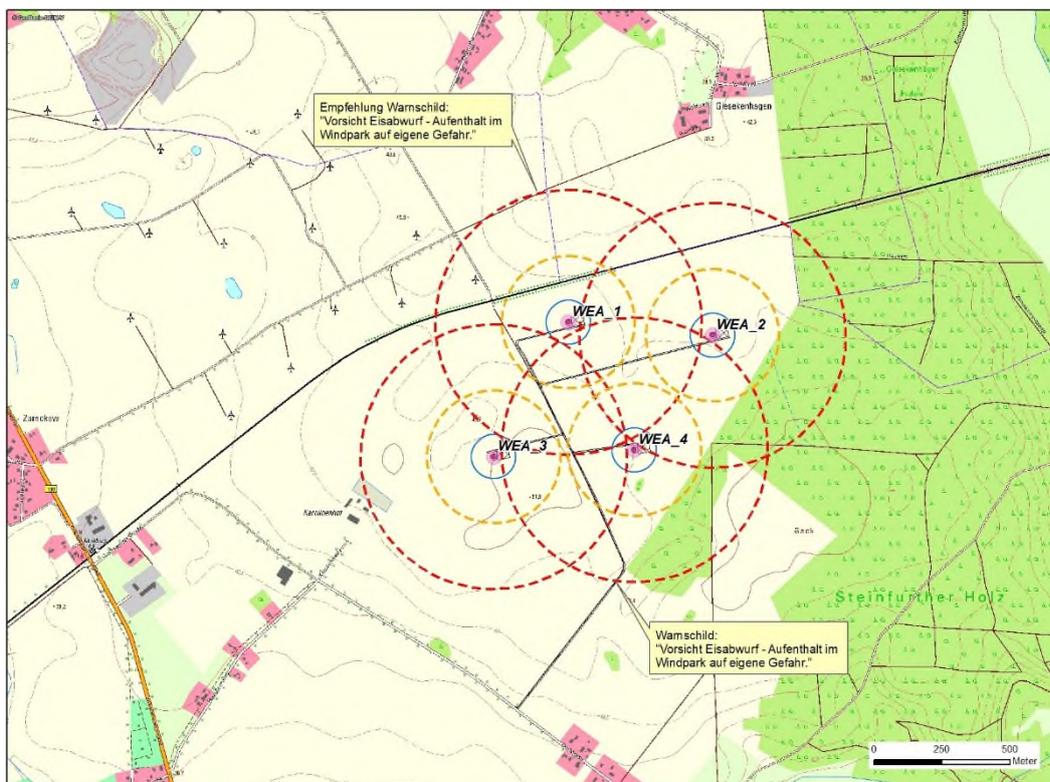
-
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, September 8-11, 2013, pp. 303-309.
- /2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

Eiswurf:

Nach /4/ : "Abstände größer als 1,5 x (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. "

Es ergibt sich folgender Abstand
von den geplanten WEA

zu Schutzobjekten für das Projekt:	Karlsburg Süd
Rotordurchmesser geplante WEA:	163,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	164,00 m
Abstand:	490,5 m



Abstand Schutzobjekt: 144 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

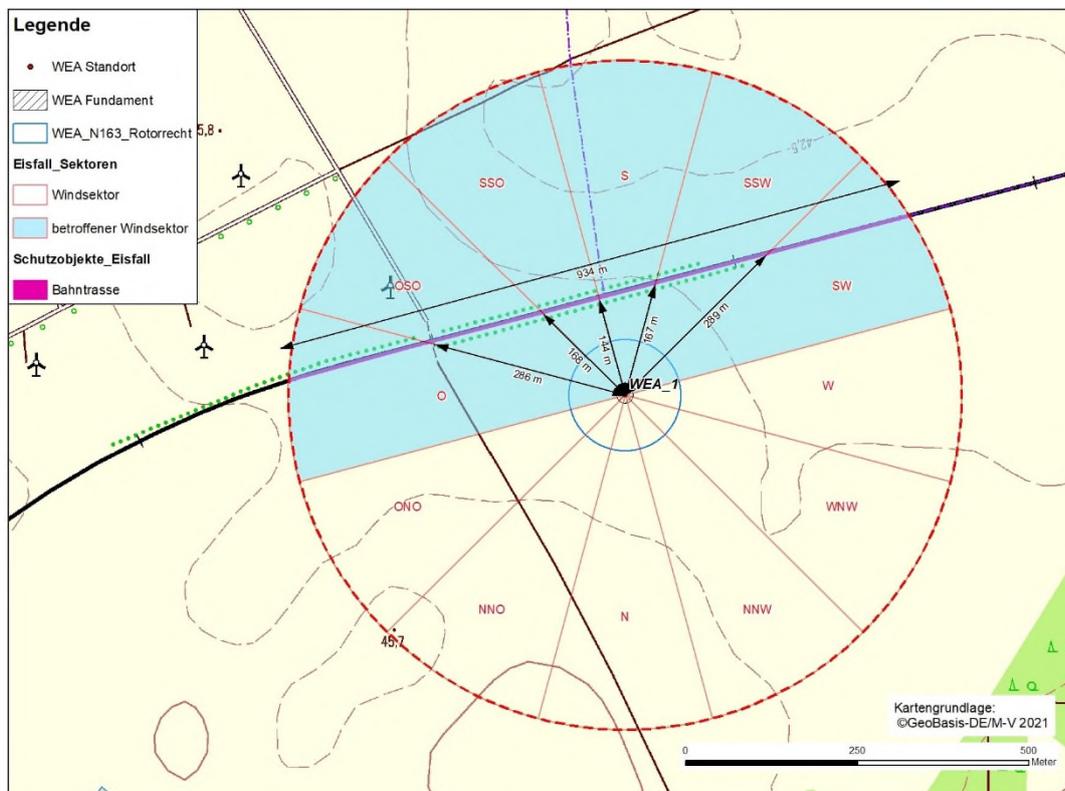
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Auf Grund des Einsatzes von vorhandenen Systemen zur Eiserkennung im Bedarfsfall kann im Folgenden davon ausgegangen werden, dass der Betrieb bei potentiell gefährlichem Eisansatz ausgeschlossen werden kann. Damit ergibt sich keine Gefährdung durch Eiswurf von der betrachteten WEA.

/4/ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
"Technisches Regelwerk - Wasserstraßen"(TR-W) einschließlich „Wasserstraßenspezifische Liste Technischer
Baubestimmungen" (WLTB) – Ausgabe 07/2015 - Anlage 2.7/12
Zur Richtlinie "Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Abs. 2

Gefährdungswahrscheinlichkeit

Art		Bahn	
Kategorie		Schiene	
Anzahl der Züge pro Tag		49	UBB Fahrplan 2020
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	80	Berechnung aus Fahrplan
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	934	graphisch bestimmt
Aufenthaltszeit für 1 Zug	s	42	
Aufenthaltszeit für n Züge	s	2059	
max. Anzahl der Personen pro Zug		202	@ wikipedia Zugtyp GTW 2/6"
Zugauslastung		22%	nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		2,90E-03	
Breite des Schutzobjektes (Zug)	m	3	"@ wikipedia Zugtyp GTW 2/6"
Länge des Schutzobjektes (Zug)	m	41	
Fläche Schutzobjekt (Zug)	m ²	123	
Fahrspuren (ein-/zweigleisig)		1	
Anzahl der Züge im Gefahrenbereich		1	
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		44	
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	0,5	Person
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	22	
Trefferwahrscheinlichkeit		1,79E-01	
Gefährdungswahrscheinlichkeit		5,19E-04	



/7/ Statistische Bundesamt 2019,
 Auslastungsgrad ÖPNV 2017 (Eisenbahnen, U- und S-Bahnen, Linienbusse)

Zusammenfassung

Projekt: **Karlsburg Süd**
 Antragsteller: 37. naturwind GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 06.05.2021

Antrag: 4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur geplanten WEA: **1**
 Anlagentyp: N163
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 163,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 164 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt: **Bahnstrecke Züssow-Wolgast**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 144 m
 Risikobewertung nach: 1 = kollektives Risiko

Eiswurf:

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.
 Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor		Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall		Sektor betroffen
0	N	nicht vorhanden	-	nein
30	NNO	nicht vorhanden	-	nein
60	ONO	nicht vorhanden	-	nein
90	O	nicht vorhanden	1,2E-07	ja
120	OSO	nicht vorhanden	9,0E-08	ja
150	SSO	nicht vorhanden	1,1E-07	ja
180	S	nicht vorhanden	1,5E-07	ja
210	SSW	nicht vorhanden	1,5E-07	ja
240	WSW	nicht vorhanden	1,5E-07	ja
270	W	nicht vorhanden	-	nein
300	WNW	nicht vorhanden	-	nein
330	NNW	nicht vorhanden	-	nein
Gesamt		nicht vorhanden	1,5E-07	

Das Schutzobjekt weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 144m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind O, OSO, SSO,S, SSW und WSW. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

- mögliche Maßnahmen zur Risikominimierung:
- Fixierung der Azimut-Position des Rotors nach Eisabschaltung
 - Kleinere WEA
 - Vergrößerung des Abstandes zwischen WEA und Schutzobjekt
 - Rotorblattheizung

/2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter: 6,11 m/s
 k-Parameter: 2,377 [-]
 Häufigkeit %: 7,5 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

5,19E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 163 m

H - Nabenhöhe: 164 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

296 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	3,175%	4,5079E-05	2,3400E-08	16	nicht vorhanden
2	7,791%	1,1062E-04	5,7421E-08	33	nicht vorhanden
3	12,149%	1,7250E-04	8,9541E-08	49	nicht vorhanden
4	15,066%	2,1391E-04	1,1104E-07	65	nicht vorhanden
5	15,865%	2,2526E-04	1,1693E-07	82	nicht vorhanden
6	14,561%	2,0674E-04	1,0732E-07	98	nicht vorhanden
7	11,784%	1,6732E-04	8,6852E-08	115	nicht vorhanden
8	8,453%	1,2002E-04	6,2301E-08	131	nicht vorhanden
9	5,385%	7,6457E-05	3,9688E-08	147	nicht vorhanden
10	3,047%	4,3261E-05	2,2456E-08	164	nicht vorhanden
11	1,530%	2,1723E-05	1,1276E-08	180	nicht vorhanden
12	0,681%	9,6665E-06	5,0178E-09	196	nicht vorhanden
13	0,268%	3,8049E-06	1,9751E-09	213	nicht vorhanden
14	0,093%	1,3221E-06	6,8628E-10	229	nicht vorhanden
15	0,028%	4,0465E-07	2,1005E-10	246	nicht vorhanden
16	0,008%	1,0884E-07	5,6500E-11	262	nicht vorhanden
17	0,002%	2,5672E-08	1,3326E-11	278	nicht vorhanden
18	0,000%	5,2973E-09	2,7498E-12	295	nicht vorhanden
19	0,000%	9,5406E-10	4,9524E-13	311	nicht vorhanden
20	0,000%	1,4964E-10	7,7675E-14	327	nicht vorhanden
21	0,000%	2,0392E-11	1,0585E-14	344	nicht vorhanden
22	0,000%	2,4093E-12	1,2507E-15	360	nicht vorhanden
23	0,000%	2,4625E-13	1,2782E-16	376	nicht vorhanden
24	0,000%	2,1725E-14	1,1277E-17	393	nicht vorhanden
25	0,000%	1,6509E-15	8,5696E-19	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,17E-07		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels
 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter: 6,09 m/s
 k-Parameter: 2,502 [-]
 Häufigkeit %: 5,5 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

OSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes **5,19E-04**

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe: 163 m
 RD - Rotordurchmesser: 164 m
 H - Nabenhöhe: 168 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 168 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko 1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	2,694%	2,8054E-05	1,4562E-08	16	nicht vorhanden
2	7,253%	7,5524E-05	3,9204E-08	33	nicht vorhanden
3	11,966%	1,2459E-04	6,4675E-08	49	nicht vorhanden
4	15,408%	1,6044E-04	8,3280E-08	65	nicht vorhanden
5	16,591%	1,7275E-04	8,9674E-08	82	nicht vorhanden
6	15,330%	1,5962E-04	8,2858E-08	98	nicht vorhanden
7	12,280%	1,2786E-04	6,6370E-08	115	nicht vorhanden
8	8,555%	8,9074E-05	4,6237E-08	131	nicht vorhanden
9	5,182%	5,3957E-05	2,8008E-08	147	nicht vorhanden
10	2,724%	2,8361E-05	1,4722E-08	164	nicht vorhanden
11	1,238%	1,2894E-05	6,6933E-09	180	nicht vorhanden
12	0,485%	5,0520E-06	2,6224E-09	196	nicht vorhanden
13	0,163%	1,6988E-06	8,8181E-10	213	nicht vorhanden
14	0,047%	4,8815E-07	2,5339E-10	229	nicht vorhanden
15	0,011%	1,1935E-07	6,1951E-11	246	nicht vorhanden
16	0,002%	2,4716E-08	1,2830E-11	262	nicht vorhanden
17	0,000%	4,3166E-09	2,2407E-12	278	nicht vorhanden
18	0,000%	6,3294E-10	3,2855E-13	295	nicht vorhanden
19	0,000%	7,7582E-11	4,0272E-14	311	nicht vorhanden
20	0,000%	7,9150E-12	4,1086E-15	327	nicht vorhanden
21	0,000%	6,6923E-13	3,4739E-16	344	nicht vorhanden
22	0,000%	4,6698E-14	2,4240E-17	360	nicht vorhanden
23	0,000%	2,6781E-15	1,3902E-18	376	nicht vorhanden
24	0,000%	1,2571E-16	6,5255E-20	393	nicht vorhanden
25	0,000%	4,8106E-18	2,4971E-21	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			8,97E-08		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	7,45 m/s
k-Parameter:	2,635 [-]
Häufigkeit %:	7,8 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes	5,19E-04
---	----------

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	163 m
RD - Rotordurchmesser:	164 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 144 m

Risikobewertung nach:	
1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko 1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,320%	1,9487E-05	1,0115E-08	16	nicht vorhanden
2	3,993%	5,8957E-05	3,0604E-08	33	nicht vorhanden
3	7,298%	1,0777E-04	5,5942E-08	49	nicht vorhanden
4	10,536%	1,5558E-04	8,0758E-08	65	nicht vorhanden
5	12,990%	1,9182E-04	9,9570E-08	82	nicht vorhanden
6	14,106%	2,0830E-04	1,0813E-07	98	nicht vorhanden
7	13,672%	2,0189E-04	1,0480E-07	115	nicht vorhanden
8	11,892%	1,7560E-04	9,1152E-08	131	nicht vorhanden
9	9,294%	1,3724E-04	7,1240E-08	147	nicht vorhanden
10	6,521%	9,6299E-05	4,9988E-08	164	nicht vorhanden
11	4,099%	6,0533E-05	3,1422E-08	180	nicht vorhanden
12	2,302%	3,3986E-05	1,7642E-08	196	nicht vorhanden
13	1,150%	1,6984E-05	8,8162E-09	213	nicht vorhanden
14	0,510%	7,5260E-06	3,9066E-09	229	nicht vorhanden
15	0,199%	2,9454E-06	1,5289E-09	246	nicht vorhanden
16	0,069%	1,0139E-06	5,2629E-10	262	nicht vorhanden
17	0,021%	3,0569E-07	1,5868E-10	278	nicht vorhanden
18	0,005%	8,0388E-08	4,1729E-11	295	nicht vorhanden
19	0,001%	1,8361E-08	9,5308E-12	311	nicht vorhanden
20	0,000%	3,6269E-09	1,8827E-12	327	nicht vorhanden
21	0,000%	6,1700E-10	3,2028E-13	344	nicht vorhanden
22	0,000%	9,0020E-11	4,6728E-14	360	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1217E-11	5,8226E-15	376	nicht vorhanden
24	0,000%	1,1888E-12	6,1708E-16	393	nicht vorhanden
25	0,000%	1,0672E-13	5,5396E-17	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,08E-07		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

S

A-Parameter: 8,26 m/s
 k-Parameter: 2,639 [-]
 Häufigkeit %: 11,8 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

5,19E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe: 163 m
 RD - Rotordurchmesser: 164 m
 H - Nabenhöhe:

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 144 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,000%	2,2333E-05	1,1593E-08	16	nicht vorhanden
2	3,052%	6,8186E-05	3,5395E-08	33	nicht vorhanden
3	5,669%	1,2665E-04	6,5743E-08	49	nicht vorhanden
4	8,399%	1,8763E-04	9,7395E-08	65	nicht vorhanden
5	10,757%	2,4029E-04	1,2473E-07	82	nicht vorhanden
6	12,306%	2,7490E-04	1,4270E-07	98	nicht vorhanden
7	12,766%	2,8518E-04	1,4803E-07	115	nicht vorhanden
8	12,093%	2,7016E-04	1,4024E-07	131	nicht vorhanden
9	10,493%	2,3439E-04	1,2167E-07	147	nicht vorhanden
10	8,342%	1,8636E-04	9,6738E-08	164	nicht vorhanden
11	6,074%	1,3568E-04	7,0429E-08	180	nicht vorhanden
12	4,042%	9,0302E-05	4,6874E-08	196	nicht vorhanden
13	2,454%	5,4824E-05	2,8459E-08	213	nicht vorhanden
14	1,356%	3,0286E-05	1,5721E-08	229	nicht vorhanden
15	0,680%	1,5181E-05	7,8803E-09	246	nicht vorhanden
16	0,308%	6,8848E-06	3,5738E-09	262	nicht vorhanden
17	0,126%	2,8163E-06	1,4619E-09	278	nicht vorhanden
18	0,046%	1,0360E-06	5,3776E-10	295	nicht vorhanden
19	0,015%	3,4160E-07	1,7732E-10	311	nicht vorhanden
20	0,005%	1,0066E-07	5,2249E-11	327	nicht vorhanden
21	0,001%	2,6420E-08	1,3714E-11	344	nicht vorhanden
22	0,000%	6,1579E-09	3,1965E-12	360	nicht vorhanden
23	0,000%	1,2705E-09	6,5951E-13	376	nicht vorhanden
24	0,000%	2,3132E-10	1,2007E-13	393	nicht vorhanden
25	0,000%	3,7048E-11	1,9231E-14	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,48E-07		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter: 8,43 m/s
 k-Parameter: 2,338 [-]
 Häufigkeit %: 13,3 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

5,19E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:

163 m

H - Nabenhöhe:

164 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

167 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,590%	4,0024E-05	2,0776E-08	16	nicht vorhanden
2	3,908%	9,8411E-05	5,1084E-08	33	nicht vorhanden
3	6,366%	1,6029E-04	8,3202E-08	49	nicht vorhanden
4	8,586%	2,1620E-04	1,1223E-07	65	nicht vorhanden
5	10,267%	2,5850E-04	1,3419E-07	82	nicht vorhanden
6	11,202%	2,8206E-04	1,4641E-07	98	nicht vorhanden
7	11,318%	2,8499E-04	1,4793E-07	115	nicht vorhanden
8	10,674%	2,6876E-04	1,3951E-07	131	nicht vorhanden
9	9,440%	2,3768E-04	1,2338E-07	147	nicht vorhanden
10	7,849%	1,9763E-04	1,0259E-07	164	nicht vorhanden
11	6,146%	1,5475E-04	8,0329E-08	180	nicht vorhanden
12	4,536%	1,1420E-04	5,9280E-08	196	nicht vorhanden
13	3,156%	7,9454E-05	4,1244E-08	213	nicht vorhanden
14	2,070%	5,2118E-05	2,7054E-08	229	nicht vorhanden
15	1,280%	3,2225E-05	1,6728E-08	246	nicht vorhanden
16	0,746%	1,8776E-05	9,7461E-09	262	nicht vorhanden
17	0,409%	1,0303E-05	5,3483E-09	278	nicht vorhanden
18	0,211%	5,3224E-06	2,7628E-09	295	nicht vorhanden
19	0,103%	2,5867E-06	1,3427E-09	311	nicht vorhanden
20	0,047%	1,1820E-06	6,1355E-10	327	nicht vorhanden
21	0,020%	5,0748E-07	2,6343E-10	344	nicht vorhanden
22	0,008%	2,0459E-07	1,0620E-10	360	nicht vorhanden
23	0,003%	7,7396E-08	4,0175E-11	376	nicht vorhanden
24	0,001%	2,7454E-08	1,4251E-11	393	nicht vorhanden
25	0,000%	9,1256E-09	4,7370E-12	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,48E-07		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter: 10,47 m/s
 k-Parameter: 2,537 [-]
 Häufigkeit %: 15,8 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

5,19E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 163 m

H - Nabenhöhe: 164 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

289 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	0,654%	1,9563E-05	1,0155E-08	16	nicht vorhanden
2	1,874%	5,6069E-05	2,9105E-08	33	nicht vorhanden
3	3,403%	1,0178E-04	5,2834E-08	49	nicht vorhanden
4	5,061%	1,5140E-04	7,8588E-08	65	nicht vorhanden
5	6,675%	1,9965E-04	1,0364E-07	82	nicht vorhanden
6	8,072%	2,4144E-04	1,2533E-07	98	nicht vorhanden
7	9,104%	2,7233E-04	1,4136E-07	115	nicht vorhanden
8	9,668%	2,8918E-04	1,5011E-07	131	nicht vorhanden
9	9,717%	2,9065E-04	1,5087E-07	147	nicht vorhanden
10	9,272%	2,7735E-04	1,4397E-07	164	nicht vorhanden
11	8,415%	2,5172E-04	1,3067E-07	180	nicht vorhanden
12	7,271%	2,1748E-04	1,1289E-07	196	nicht vorhanden
13	5,981%	1,7891E-04	9,2868E-08	213	nicht vorhanden
14	4,685%	1,4013E-04	7,2740E-08	229	nicht vorhanden
15	3,492%	1,0446E-04	5,4226E-08	246	nicht vorhanden
16	2,477%	7,4079E-05	3,8453E-08	262	nicht vorhanden
17	1,669%	4,9935E-05	2,5921E-08	278	nicht vorhanden
18	1,069%	3,1972E-05	1,6596E-08	295	nicht vorhanden
19	0,649%	1,9427E-05	1,0084E-08	311	nicht vorhanden
20	0,374%	1,1192E-05	5,8097E-09	327	nicht vorhanden
21	0,204%	6,1078E-06	3,1705E-09	344	nicht vorhanden
22	0,105%	3,1542E-06	1,6373E-09	360	nicht vorhanden
23	0,051%	1,5399E-06	7,9936E-10	376	nicht vorhanden
24	0,024%	7,1002E-07	3,6856E-10	393	nicht vorhanden
25	0,010%	3,0887E-07	1,6033E-10	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,51E-07		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Projekt:

Antragsteller:
Adresse:
Bearbeitungsdatum:

Karlsburg Süd

37. naturwind GmbH
Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
06.05.2021

Antrag:

4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp: N163
Nennleistung: 5,7 MW
Rotordurchmesser: 163,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 164 m
Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

2

Schutzobjekt:

Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen

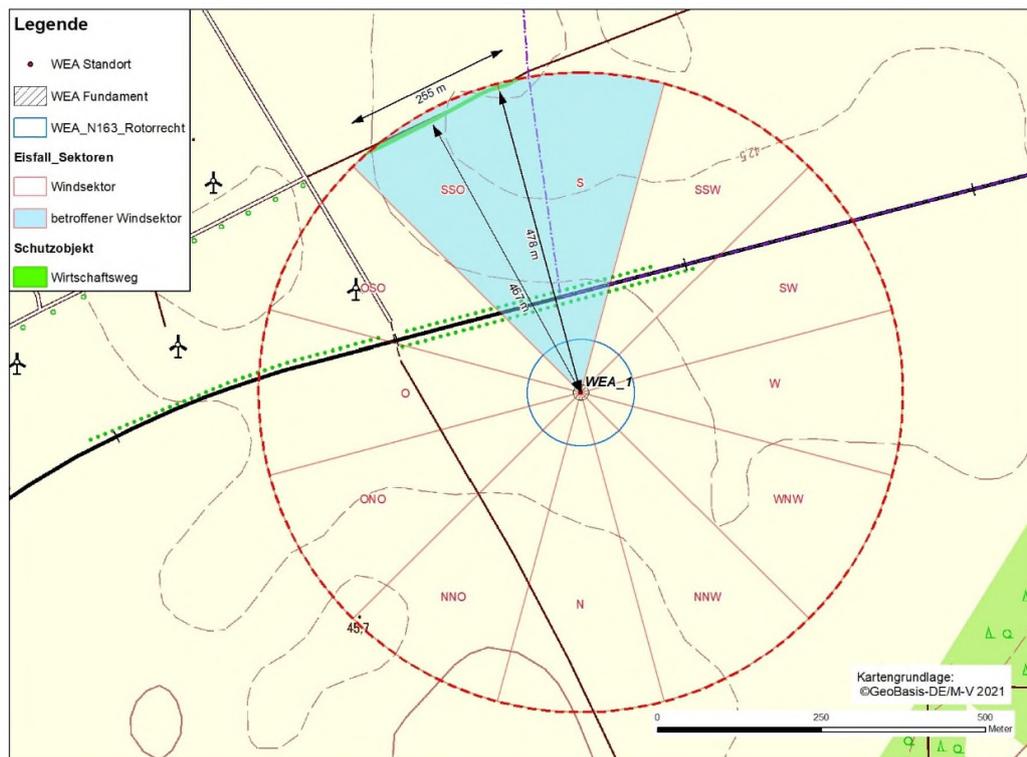
minimaler Abstand der geplanten
WEA zum Schutzobjekt:

467 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko
2-individuelles Risiko

2



Windverteilung:

Quelle: Standort B - nw 25.05.2020

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:	33
Rechtswert:	410459
Hochwert:	5982964
Höhe über Grund/Nabenhöhe:	164 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	7,31	1,861	4,3	6,49
30	NNO	6,43	1,74	5,8	5,73
60	ONO	6,84	2,018	7,4	6,06
90	O	6,11	2,377	7,5	5,42
120	OSO	6,09	2,502	5,5	5,4
150	SSO	7,45	2,635	7,8	6,62
180	S	8,26	2,639	11,8	7,34
210	SSW	8,43	2,338	13,3	7,47
240	WSW	10,47	2,537	15,8	9,29
270	W	10,88	2,189	11,1	9,63
300	WNW	9,15	2,15	5,7	8,11
330	NNW	7,93	1,916	3,9	7,04
Gesamt		8,37	2,045	100	7,42

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :	8,37 m/s
k-Parameter:	2,045
mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :	7,42 m/s

Klimadaten am Standort:

Vereisungstage nach /1/am Standort: 6,91 Tage/Jahr

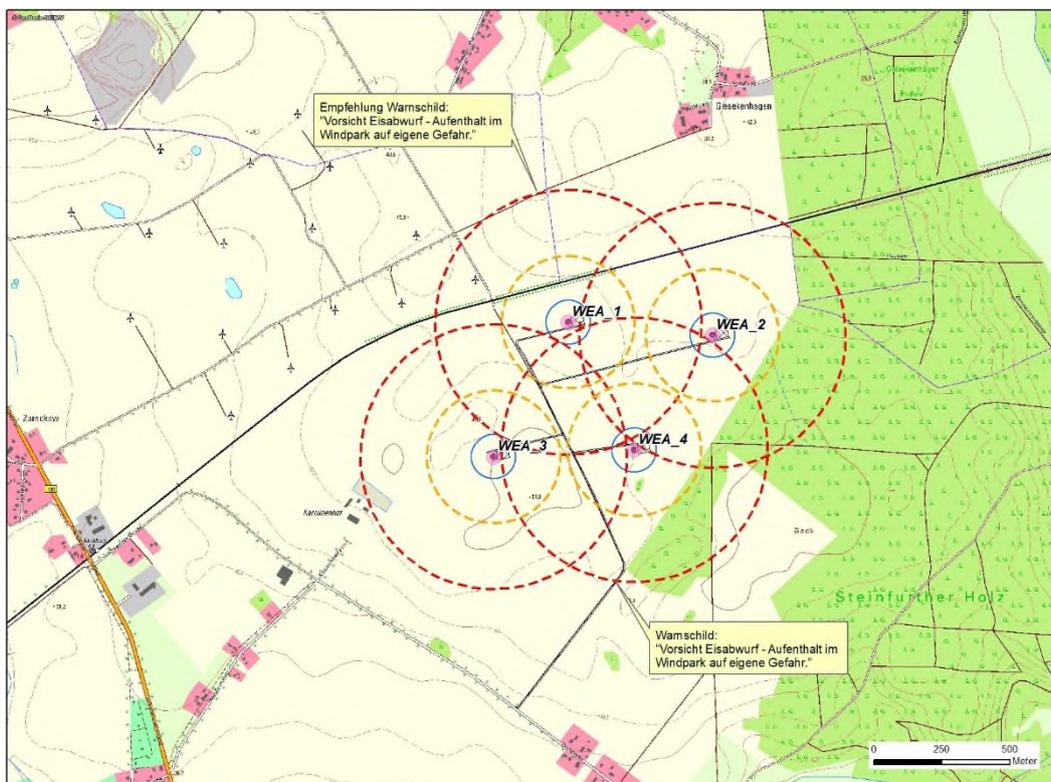
-
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, September 8-11, 2013, pp. 303-309.
 - /2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018
 - /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

Eiswurf:

Nach /4/ : "Abstände größer als 1,5 x (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. "

Es ergibt sich folgender Abstand
von den geplanten WEA

zu Schutzobjekten für das Projekt:	Karlsburg Süd
Rotordurchmesser geplante WEA:	163,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	164,00 m
Abstand:	490,5 m



Abstand Schutzobjekt: 467 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

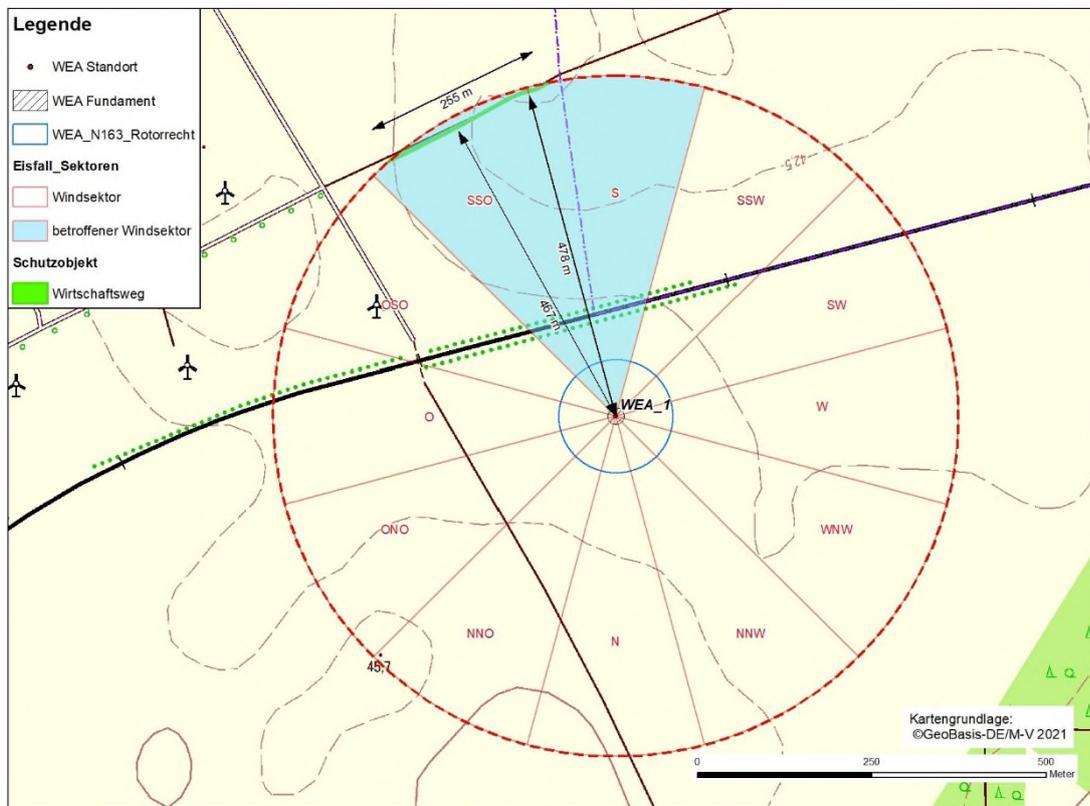
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Auf Grund des Einsatzes von vorhandenen Systemen zur Eiserkennung im Bedarfsfall kann im Folgenden davon ausgegangen werden, dass der Betrieb bei potentiell gefährlichem Eisansatz ausgeschlossen werden kann. Damit ergibt sich keine Gefährdung durch Eiswurf von der betrachteten WEA.

/4/ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
"Technisches Regelwerk - Wasserstraßen"(TR-W) einschließlich „Wasserstraßenspezifische Liste Technischer
Baubestimmungen" (WLTB) – Ausgabe 07/2015 - Anlage 2.7/12
Zur Richtlinie "Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Abs. 2

Gefährdungswahrscheinlichkeit

Art	Straße /Weg	
	Weg	Messtelle
Kategorie		
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag	20	geschätzt
Durchschnittsgeschwindigkeit	30 km/h	PKW+LKW
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	255 m	graphisch bestimmt
Auslastung	100%	
Anzahl der Personen pro Fahrzeug	1,5	nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		2,91E-05
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich	789 m ²	graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	255 m	
Abstand der Fahrzeuge (durchschnittlich)	30 m	
Fahrspuren (Autobahn 4 oder mehr Fahrspuren)	1	
Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich	8	
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich	12	
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	5 m ²	Auto
Gesamttrefferfläche (absolut)	40 m ²	
Trefferwahrscheinlichkeit		5,07E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,48E-06



/7/ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Mobilität in Deutschland 2008, Ergebnisbericht Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, Bonn und Berlin, Februar 2010

Zusammenfassung

Projekt: **Karlsburg Süd**
 Antragsteller: 37. naturwind GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 06.05.2021

Antrag: 4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur geplanten WEA: **1**
 Anlagentyp: N163
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 163,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 164 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt: **Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 467 m
 Risikobewertung nach: 2 = individuelles Risiko

Eiswurf:

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.
 Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor		Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall		Sektor betroffen
0	N	nicht vorhanden	-	nein
30	NNO	nicht vorhanden	-	nein
60	ONO	nicht vorhanden	-	nein
90	O	nicht vorhanden	-	nein
120	OSO	nicht vorhanden	-	nein
150	SSO	nicht vorhanden	3,1E-10	ja
180	S	nicht vorhanden	4,2E-10	ja
210	SSW	nicht vorhanden	-	nein
240	WSW	nicht vorhanden	-	nein
270	W	nicht vorhanden	-	nein
300	WNW	nicht vorhanden	-	nein
330	NNW	nicht vorhanden	-	nein
Gesamt		nicht vorhanden	4,2E-10	

Das Schutzobjekt "Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen" weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 467m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind SSO, S. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

- mögliche Maßnahmen zur Risikominimierung:
- Fixierung der Azimut-Position des Rotors nach Eisabschaltung
 - Kleinere WEA
 - Vergrößerung des Abstandes zwischen WEA und Schutzobjekt
 - Rotorblattheizung

/2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	7,45 m/s
k-Parameter:	2,635 [-]
Häufigkeit %:	7,8 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes	1,48E-06
---	----------

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	163 m
RD - Rotordurchmesser:	164 m
H - Nabenhöhe:	164 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 467 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,320%	1,9487E-05	2,8758E-11	16	nicht vorhanden
2	3,993%	5,8957E-05	8,7007E-11	33	nicht vorhanden
3	7,298%	1,0777E-04	1,5904E-10	49	nicht vorhanden
4	10,536%	1,5558E-04	2,2960E-10	65	nicht vorhanden
5	12,990%	1,9182E-04	2,8308E-10	82	nicht vorhanden
6	14,106%	2,0830E-04	3,0740E-10	98	nicht vorhanden
7	13,672%	2,0189E-04	2,9795E-10	115	nicht vorhanden
8	11,892%	1,7560E-04	2,5915E-10	131	nicht vorhanden
9	9,294%	1,3724E-04	2,0254E-10	147	nicht vorhanden
10	6,521%	9,6299E-05	1,4212E-10	164	nicht vorhanden
11	4,099%	6,0533E-05	8,9333E-11	180	nicht vorhanden
12	2,302%	3,3986E-05	5,0156E-11	196	nicht vorhanden
13	1,150%	1,6984E-05	2,5064E-11	213	nicht vorhanden
14	0,510%	7,5260E-06	1,1107E-11	229	nicht vorhanden
15	0,199%	2,9454E-06	4,3467E-12	246	nicht vorhanden
16	0,069%	1,0139E-06	1,4962E-12	262	nicht vorhanden
17	0,021%	3,0569E-07	4,5112E-13	278	nicht vorhanden
18	0,005%	8,0388E-08	1,1863E-13	295	nicht vorhanden
19	0,001%	1,8361E-08	2,7096E-14	311	nicht vorhanden
20	0,000%	3,6269E-09	5,3524E-15	327	nicht vorhanden
21	0,000%	6,1700E-10	9,1056E-16	344	nicht vorhanden
22	0,000%	9,0020E-11	1,3285E-16	360	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1217E-11	1,6554E-17	376	nicht vorhanden
24	0,000%	1,1888E-12	1,7544E-18	393	nicht vorhanden
25	0,000%	1,0672E-13	1,5749E-19	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,07E-10		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

S

A-Parameter: 8,26 m/s
 k-Parameter: 2,639 [-]
 Häufigkeit %: 11,8 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,48E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:
 RD - Rotordurchmesser: 163 m
 H - Nabenhöhe: 164 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 478 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

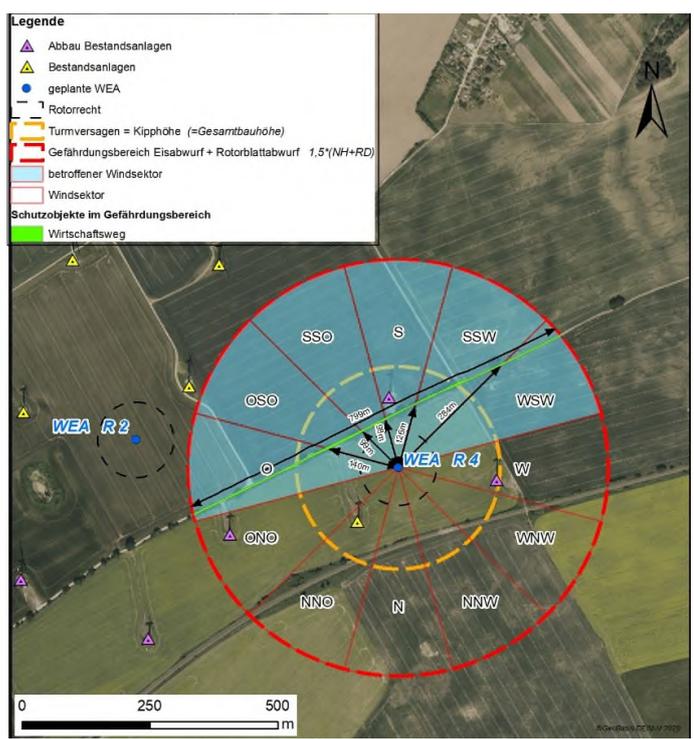
Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,000%	2,2333E-05	3,2958E-11	16	nicht vorhanden
2	3,052%	6,8186E-05	1,0063E-10	33	nicht vorhanden
3	5,669%	1,2665E-04	1,8691E-10	49	nicht vorhanden
4	8,399%	1,8763E-04	2,7689E-10	65	nicht vorhanden
5	10,757%	2,4029E-04	3,5462E-10	82	nicht vorhanden
6	12,306%	2,7490E-04	4,0568E-10	98	nicht vorhanden
7	12,766%	2,8518E-04	4,2085E-10	115	nicht vorhanden
8	12,093%	2,7016E-04	3,9869E-10	131	nicht vorhanden
9	10,493%	2,3439E-04	3,4591E-10	147	nicht vorhanden
10	8,342%	1,8636E-04	2,7503E-10	164	nicht vorhanden
11	6,074%	1,3568E-04	2,0023E-10	180	nicht vorhanden
12	4,042%	9,0302E-05	1,3326E-10	196	nicht vorhanden
13	2,454%	5,4824E-05	8,0908E-11	213	nicht vorhanden
14	1,356%	3,0286E-05	4,4695E-11	229	nicht vorhanden
15	0,680%	1,5181E-05	2,2404E-11	246	nicht vorhanden
16	0,308%	6,8848E-06	1,0160E-11	262	nicht vorhanden
17	0,126%	2,8163E-06	4,1562E-12	278	nicht vorhanden
18	0,046%	1,0360E-06	1,5288E-12	295	nicht vorhanden
19	0,015%	3,4160E-07	5,0413E-13	311	nicht vorhanden
20	0,005%	1,0066E-07	1,4854E-13	327	nicht vorhanden
21	0,001%	2,6420E-08	3,8990E-14	344	nicht vorhanden
22	0,000%	6,1579E-09	9,0877E-15	360	nicht vorhanden
23	0,000%	1,2705E-09	1,8750E-15	376	nicht vorhanden
24	0,000%	2,3132E-10	3,4137E-16	393	nicht vorhanden
25	0,000%	3,7048E-11	5,4675E-17	409	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,21E-10		nicht vorhanden

Projekt: **Karlsburg Süd**
Antragsteller: 37. naturwind GmbH
Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
Bearbeitungsdatum: 07.05.2021

Antrag: 4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur bereits beantragten WEA:
Anlagentyp: N149
Nennleistung: 5,7 MW
Rotordurchmesser: 149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterrhöhung): 125,4 m
Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt-Nr.: 3
Schutzobjekt: **Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen**
minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 98 m
Risikobewertung nach:
1-Kollektives Risiko
2-individuelles Risiko



Windverteilung:

Quelle: naturwind, 05/2020 BlmSch Repowering BA1 SM, 03.06.2020

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:	33
Rechtswert:	409470
Hochwert:	5983382
Höhe über Grund/Nabenhöhe:	125,4 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,73	1,893	4,3	5,97
30	NNO	5,91	1,76	5,8	5,27
60	ONO	6,24	2,057	7,5	5,53
90	O	5,69	2,412	7,6	5,04
120	OSO	5,64	2,533	5,5	5,01
150	SSO	6,84	2,682	7,8	6,08
180	S	7,43	2,686	11,8	6,61
210	SSW	7,68	2,381	13,3	6,81
240	WSW	9,72	2,576	15,9	8,63
270	W	10,19	2,213	11,1	9,03
300	WNW	8,4	2,186	5,7	7,44
330	NNW	7,26	1,946	3,9	6,44
Gesamt		7,71	2,053	100	6,83

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :	7,71 m/s
k-Parameter:	2,053
mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :	6,83 m/s

Klimadaten am Standort:

Vereisungstage nach /1/am Standort: 6,91 Tage/Jahr

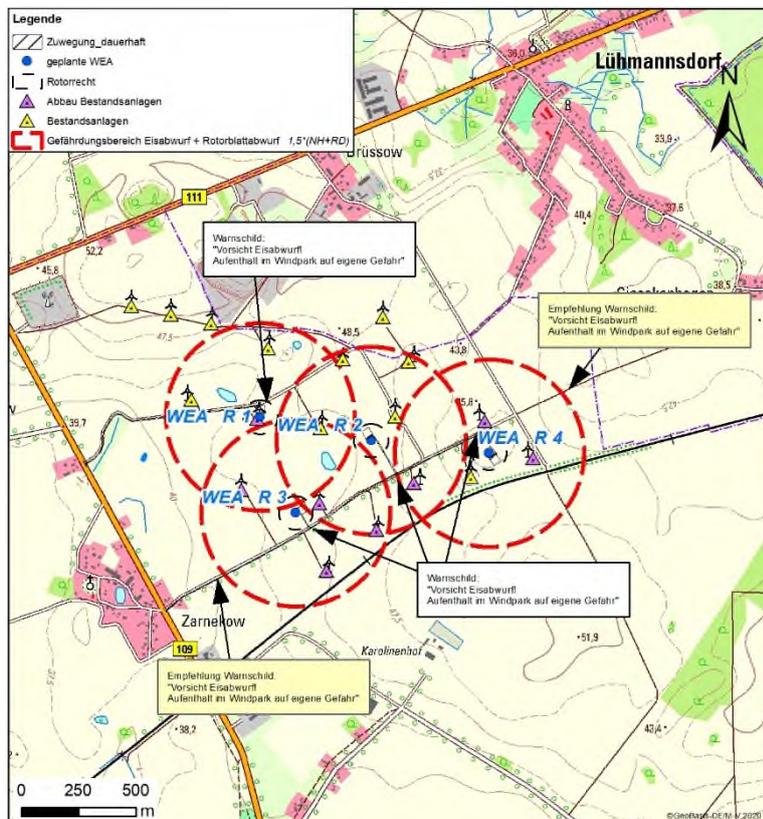
-
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, September 8-11, 2013, pp. 303-309.
- /2/ F2E, "Eiswurf und Eisabfall - Risikobewertung bei der Standortplanung", 27. Windenergietage in Linstow, 06-08.11.2018
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

Eiswurf:

Nach /4/ : "Abstände größer als 1,5 x (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. "

Es ergibt sich folgender Abstand
 von den geplanten WEA

zu Schutzobjekten für das Projekt:	Karlsburg Süd
Rotordurchmesser geplante WEA:	149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterrhöhung)	125,40 m
Abstand:	411,75 m



Abstand Schutzobjekt: 98 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

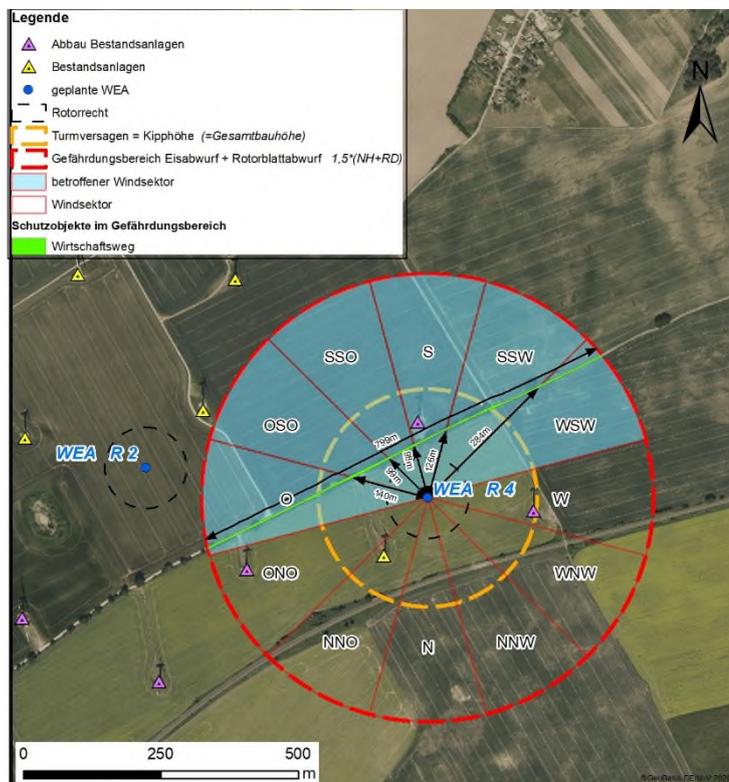
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Auf Grund des Einsatzes von vorhandenen Systemen zur Eiserkennung im Bedarfsfall kann im Folgenden davon ausgegangen werden, dass der Betrieb bei potentiell gefährlichem Eisansatz ausgeschlossen werden kann. Damit ergibt sich keine Gefährdung durch Eiswurf von der betrachteten WEA.

/4/ Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur,
 "Technisches Regelwerk - Wasserstraßen"(TR-W) einschließlich „Wasserstraßenspezifische Liste Technischer Baubestimmungen“ (WLTB) – Ausgabe 07/2015 - Anlage 2.7/12
 Zur Richtlinie "Windenergieanlagen; Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung", Abs. 2

Gefährdungswahrscheinlichkeit

Art	Straße /Weg	
	Weg	Messtelle
Kategorie		
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag	20	geschätzt
Durchschnittsgeschwindigkeit	30 km/h	PKW+LKW
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	799 m	graphisch bestimmt
Auslastung	100%	
Anzahl der Personen pro Fahrzeug	1,5	nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		9,12E-05
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich	3.316 m ²	graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	799 m	
Abstand der Fahrzeuge (durchschnittlich)	30 m	
Fahrspuren (Autobahn 4 oder mehr Fahrspuren)	1	
Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich	26	
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich	39	
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	5 m ²	Auto
Gesamttrefferfläche (absolut)	130 m ²	
Trefferwahrscheinlichkeit		3,92E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		3,58E-06



/7/ Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung, Mobilität in Deutschland 2008, Ergebnisbericht Struktur – Aufkommen – Emissionen – Trends, Bonn und Berlin, Februar 2010

Zusammenfassung

Projekt: **Karlsburg Süd**
 Antragsteller: 37. naturwind GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 07.05.2021

Antrag: 4 WEA Nordex N163 5.7

Untersuchung zur bereits beantragten WEA: **R 4**

Anlagentyp: N149
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 149,10 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 125,4 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 26 m/s

Schutzobjekt: **Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen**

minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 98 m
 Risikobewertung nach: 2 = individuelles Risiko

Eiswurf:

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.
 Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor		Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall		Sektor betroffen
0	N	nicht vorhanden	-	nein
30	NNO	nicht vorhanden	-	nein
60	ONO	nicht vorhanden	-	nein
90	O	nicht vorhanden	8,7E-10	ja
120	OSO	nicht vorhanden	6,7E-10	ja
150	SSO	nicht vorhanden	8,2E-10	ja
180	S	nicht vorhanden	1,1E-09	ja
210	SSW	nicht vorhanden	1,1E-09	ja
240	WSW	nicht vorhanden	1,1E-09	ja
270	W	nicht vorhanden	-	nein
300	WNW	nicht vorhanden	-	nein
330	NNW	nicht vorhanden	-	nein
Gesamt		nicht vorhanden	1,1E-09	

Das Schutzobjekt "Wirtschaftsweg Zarnekow - Giesekehagen" weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 98m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind O, OSO, SSO,S, SSW und WSW. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

- mögliche Maßnahmen zur Risikominimierung:
- Fixierung der Azimut-Position des Rotors nach Eisabschaltung
 - Kleinere WEA
 - Vergrößerung des Abstandes zwischen WEA und Schutzobjekt
 - Rotorblattheizung

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	0	5,69 m/s
k-Parameter:		2,412 [-]
Häufigkeit %:		7,6 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit
durch Frequentierung des Schutzobjektes

3,58E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 140 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	3,585%	5,1581E-05	1,8444E-10	13	nicht vorhanden
2	8,938%	1,2859E-04	4,5983E-10	27	nicht vorhanden
3	13,868%	1,9953E-04	7,1346E-10	40	nicht vorhanden
4	16,809%	2,4184E-04	8,6478E-10	53	nicht vorhanden
5	16,984%	2,4436E-04	8,7379E-10	67	nicht vorhanden
6	14,663%	2,1097E-04	7,5438E-10	80	nicht vorhanden
7	10,926%	1,5720E-04	5,6212E-10	93	nicht vorhanden
8	7,052%	1,0147E-04	3,6282E-10	107	nicht vorhanden
9	3,944%	5,6751E-05	2,0293E-10	120	nicht vorhanden
10	1,909%	2,7469E-05	9,8222E-11	133	nicht vorhanden
11	0,798%	1,1479E-05	4,1048E-11	147	nicht vorhanden
12	0,287%	4,1303E-06	1,4769E-11	160	nicht vorhanden
13	0,089%	1,2754E-06	4,5606E-12	173	nicht vorhanden
14	0,023%	3,3688E-07	1,2046E-12	187	nicht vorhanden
15	0,005%	7,5852E-08	2,7123E-13	200	nicht vorhanden
16	0,001%	1,4508E-08	5,1879E-14	213	nicht vorhanden
17	0,000%	2,3493E-09	8,4006E-15	227	nicht vorhanden
18	0,000%	3,2094E-10	1,1476E-15	240	nicht vorhanden
19	0,000%	3,6863E-11	1,3181E-16	253	nicht vorhanden
20	0,000%	3,5479E-12	1,2687E-17	267	nicht vorhanden
21	0,000%	2,8520E-13	1,0198E-18	280	nicht vorhanden
22	0,000%	1,9086E-14	6,8246E-20	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,0598E-15	3,7898E-21	307	nicht vorhanden
24	0,000%	4,8685E-17	1,7409E-22	320	nicht vorhanden
25	0,000%	1,8442E-18	6,5946E-24	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			8,74E-10		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels
07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	5,64 m/s
k-Parameter:	2,533 [-]
Häufigkeit %:	5,5 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

OSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes	3,58E-06
---	----------

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 99 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	3,128%	3,2566E-05	1,1645E-10	13	nicht vorhanden
2	8,525%	8,8766E-05	3,1741E-10	27	nicht vorhanden
3	13,941%	1,4516E-04	5,1907E-10	40	nicht vorhanden
4	17,447%	1,8166E-04	6,4958E-10	53	nicht vorhanden
5	17,868%	1,8604E-04	6,6525E-10	67	nicht vorhanden
6	15,331%	1,5963E-04	5,7080E-10	80	nicht vorhanden
7	11,106%	1,1564E-04	4,1349E-10	93	nicht vorhanden
8	6,797%	7,0777E-05	2,5308E-10	107	nicht vorhanden
9	3,506%	3,6505E-05	1,3053E-10	120	nicht vorhanden
10	1,517%	1,5796E-05	5,6482E-11	133	nicht vorhanden
11	0,548%	5,7031E-06	2,0393E-11	147	nicht vorhanden
12	0,164%	1,7080E-06	6,1075E-12	160	nicht vorhanden
13	0,040%	4,2165E-07	1,5077E-12	173	nicht vorhanden
14	0,008%	8,5259E-08	3,0487E-13	187	nicht vorhanden
15	0,001%	1,4030E-08	5,0168E-14	200	nicht vorhanden
16	0,000%	1,8669E-09	6,6756E-15	213	nicht vorhanden
17	0,000%	1,9960E-10	7,1374E-16	227	nicht vorhanden
18	0,000%	1,7040E-11	6,0930E-17	240	nicht vorhanden
19	0,000%	1,1542E-12	4,1272E-18	253	nicht vorhanden
20	0,000%	6,1658E-14	2,2048E-19	267	nicht vorhanden
21	0,000%	2,5819E-15	9,2324E-21	280	nicht vorhanden
22	0,000%	8,4246E-17	3,0125E-22	293	nicht vorhanden
23	0,000%	2,1295E-18	7,6145E-24	307	nicht vorhanden
24	0,000%	4,1456E-20	1,4824E-25	320	nicht vorhanden
25	0,000%	6,1807E-22	2,2101E-27	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			6,65E-10		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	SSO	6,84 m/s
k-Parameter:		2,682 [-]
Häufigkeit %:		7,8 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

3,58E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 98 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,536%	2,2679E-05	8,1094E-11	13	nicht vorhanden
2	4,777%	7,0534E-05	2,5221E-10	27	nicht vorhanden
3	8,785%	1,2972E-04	4,6386E-10	40	nicht vorhanden
4	12,546%	1,8526E-04	6,6243E-10	53	nicht vorhanden
5	15,035%	2,2201E-04	7,9386E-10	67	nicht vorhanden
6	15,563%	2,2981E-04	8,2173E-10	80	nicht vorhanden
7	14,067%	2,0773E-04	7,4279E-10	93	nicht vorhanden
8	11,137%	1,6445E-04	5,8805E-10	107	nicht vorhanden
9	7,713%	1,1389E-04	4,0726E-10	120	nicht vorhanden
10	4,657%	6,8770E-05	2,4591E-10	133	nicht vorhanden
11	2,440%	3,6034E-05	1,2885E-10	147	nicht vorhanden
12	1,104%	1,6296E-05	5,8270E-11	160	nicht vorhanden
13	0,428%	6,3228E-06	2,2609E-11	173	nicht vorhanden
14	0,142%	2,0919E-06	7,4801E-12	187	nicht vorhanden
15	0,040%	5,8637E-07	2,0967E-12	200	nicht vorhanden
16	0,009%	1,3837E-07	4,9477E-13	213	nicht vorhanden
17	0,002%	2,7307E-08	9,7643E-14	227	nicht vorhanden
18	0,000%	4,4779E-09	1,6012E-14	240	nicht vorhanden
19	0,000%	6,0619E-10	2,1676E-15	253	nicht vorhanden
20	0,000%	6,7308E-11	2,4068E-16	267	nicht vorhanden
21	0,000%	6,0906E-12	2,1779E-17	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,4627E-13	1,5958E-18	293	nicht vorhanden
23	0,000%	2,6311E-14	9,4084E-20	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,2404E-15	4,4353E-21	320	nicht vorhanden
25	0,000%	4,6465E-17	1,6615E-22	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			8,22E-10		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	S 7,43 m/s
k-Parameter:	2,686 [-]
Häufigkeit %:	11,8 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

3,58E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 98 m

Risikobewertung nach:

- 1-kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko 2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,224%	2,7334E-05	9,7742E-11	13	nicht vorhanden
2	3,840%	8,5791E-05	3,0677E-10	27	nicht vorhanden
3	7,179%	1,6037E-04	5,7344E-10	40	nicht vorhanden
4	10,529%	2,3521E-04	8,4107E-10	53	nicht vorhanden
5	13,128%	2,9328E-04	1,0487E-09	67	nicht vorhanden
6	14,355%	3,2069E-04	1,1467E-09	80	nicht vorhanden
7	13,945%	3,1153E-04	1,1140E-09	93	nicht vorhanden
8	12,094%	2,7017E-04	9,6606E-10	107	nicht vorhanden
9	9,369%	2,0930E-04	7,4841E-10	120	nicht vorhanden
10	6,473%	1,4461E-04	5,1708E-10	133	nicht vorhanden
11	3,977%	8,8832E-05	3,1764E-10	147	nicht vorhanden
12	2,164%	4,8334E-05	1,7283E-10	160	nicht vorhanden
13	1,038%	2,3192E-05	8,2931E-11	173	nicht vorhanden
14	0,437%	9,7679E-06	3,4928E-11	187	nicht vorhanden
15	0,161%	3,5933E-06	1,2849E-11	200	nicht vorhanden
16	0,051%	1,1488E-06	4,1080E-12	213	nicht vorhanden
17	0,014%	3,1758E-07	1,1356E-12	227	nicht vorhanden
18	0,003%	7,5519E-08	2,7004E-13	240	nicht vorhanden
19	0,001%	1,5368E-08	5,4954E-14	253	nicht vorhanden
20	0,000%	2,6628E-09	9,5214E-15	267	nicht vorhanden
21	0,000%	3,9078E-10	1,3973E-15	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,8330E-11	1,7282E-16	293	nicht vorhanden
23	0,000%	5,0114E-12	1,7920E-17	307	nicht vorhanden
24	0,000%	4,3350E-13	1,5501E-18	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,1125E-14	1,1130E-19	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,15E-09		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	7,68 m/s
k-Parameter:	2,381 [-]
Häufigkeit %:	13,3 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

3,58E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 126 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,842%	4,6384E-05	1,6586E-10	13	nicht vorhanden
2	4,643%	1,1691E-04	4,1803E-10	27	nicht vorhanden
3	7,609%	1,9157E-04	6,8503E-10	40	nicht vorhanden
4	10,192%	2,5663E-04	9,1766E-10	53	nicht vorhanden
5	11,959%	3,0111E-04	1,0767E-09	67	nicht vorhanden
6	12,649%	3,1849E-04	1,1389E-09	80	nicht vorhanden
7	12,233%	3,0801E-04	1,1014E-09	93	nicht vorhanden
8	10,896%	2,7434E-04	9,8099E-10	107	nicht vorhanden
9	8,973%	2,2594E-04	8,0792E-10	120	nicht vorhanden
10	6,847%	1,7240E-04	6,1646E-10	133	nicht vorhanden
11	4,844%	1,2198E-04	4,3617E-10	147	nicht vorhanden
12	3,179%	8,0037E-05	2,8619E-10	160	nicht vorhanden
13	1,934%	4,8688E-05	1,7410E-10	173	nicht vorhanden
14	1,090%	2,7442E-05	9,8127E-11	187	nicht vorhanden
15	0,569%	1,4319E-05	5,1201E-11	200	nicht vorhanden
16	0,274%	6,9102E-06	2,4709E-11	213	nicht vorhanden
17	0,122%	3,0810E-06	1,1017E-11	227	nicht vorhanden
18	0,050%	1,2678E-06	4,5335E-12	240	nicht vorhanden
19	0,019%	4,8093E-07	1,7197E-12	253	nicht vorhanden
20	0,007%	1,6798E-07	6,0064E-13	267	nicht vorhanden
21	0,002%	5,3957E-08	1,9294E-13	280	nicht vorhanden
22	0,001%	1,5921E-08	5,6930E-14	293	nicht vorhanden
23	0,000%	4,3102E-09	1,5412E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,0694E-09	3,8238E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	2,4285E-10	8,6838E-16	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,14E-09		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	9,72 m/s
k-Parameter:	2,576 [-]
Häufigkeit %:	15,9 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

3,58E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

$$D = v \times (RD/2+H)/15$$

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	149,1 m
RD - Rotordurchmesser:	125,4 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 284 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	2

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum Inakzeptablen Risiko

1,00E-05

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	0,734%	2,2083E-05	7,8964E-11	13	nicht vorhanden
2	2,156%	6,4912E-05	2,3211E-10	27	nicht vorhanden
3	3,960%	1,1919E-04	4,2618E-10	40	nicht vorhanden
4	5,908%	1,7785E-04	6,3594E-10	53	nicht vorhanden
5	7,761%	2,3362E-04	8,3538E-10	67	nicht vorhanden
6	9,284%	2,7947E-04	9,9931E-10	80	nicht vorhanden
7	10,284%	3,0956E-04	1,1069E-09	93	nicht vorhanden
8	10,642%	3,2033E-04	1,1454E-09	107	nicht vorhanden
9	10,337%	3,1117E-04	1,1127E-09	120	nicht vorhanden
10	9,451%	2,8447E-04	1,0172E-09	133	nicht vorhanden
11	8,141%	2,4505E-04	8,7623E-10	147	nicht vorhanden
12	6,609%	1,9895E-04	7,1139E-10	160	nicht vorhanden
13	5,056%	1,5219E-04	5,4420E-10	173	nicht vorhanden
14	3,642%	1,0963E-04	3,9200E-10	187	nicht vorhanden
15	2,468%	7,4287E-05	2,6564E-10	200	nicht vorhanden
16	1,572%	4,7305E-05	1,6915E-10	213	nicht vorhanden
17	0,939%	2,8272E-05	1,0110E-10	227	nicht vorhanden
18	0,526%	1,5838E-05	5,6632E-11	240	nicht vorhanden
19	0,276%	8,3041E-06	2,9694E-11	253	nicht vorhanden
20	0,135%	4,0695E-06	1,4552E-11	267	nicht vorhanden
21	0,062%	1,8612E-06	6,6554E-12	280	nicht vorhanden
22	0,026%	7,9328E-07	2,8366E-12	293	nicht vorhanden
23	0,010%	3,1460E-07	1,1249E-12	307	nicht vorhanden
24	0,004%	1,1592E-07	4,1450E-13	320	nicht vorhanden
25	0,001%	3,9623E-08	1,4168E-13	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,15E-09		nicht vorhanden

/5/ Seifert, Henry Risikoabschätzung des Eisabwurfs von Windenergieanlagen, Vortag, Eis & Fels 07Andermatt / Schweiz 21. & 22. Juni 2007