
**Errichtung und Betrieb von
1 Windenergieanlage**

**des Typs N 149
in Lübesse**

Landkreis Ludwigslust-Parchim

**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 $1,5 \times$ (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 \times (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 \times (Gesamthöhe)/15** vor.

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

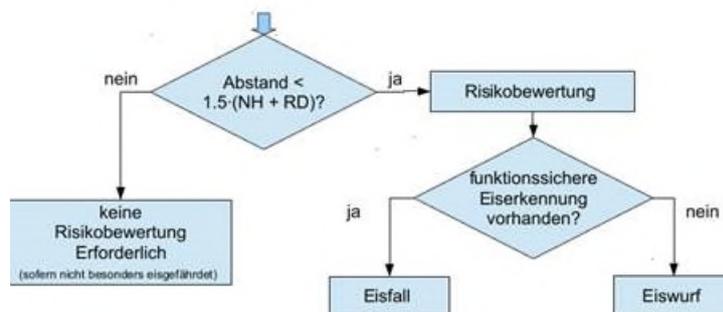


Abbildung 1 Entscheidungsbaum für die Bewertung des Risikos durch Eiswurf und Eisfall (F2E, 2018 /2/)

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.)

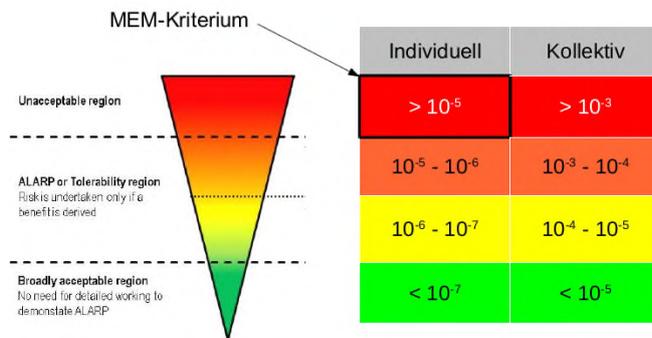


Abbildung 2 Risikobewertung: Grenzwerte nach IEA /2/

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.

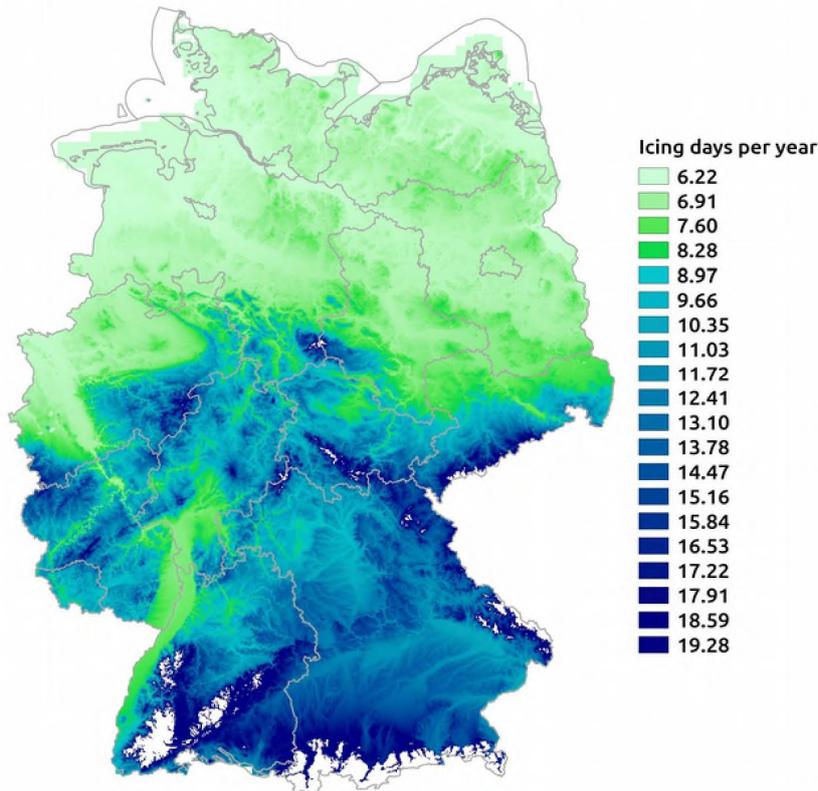


Abbildung 3 Vereisungstage pro Jahr nach Wichura /1/

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. Standortspezifische Zusammenfassung

WEA	Schutzobjekt	Einsatz Eiserkennungssystem notwendig	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
2	1 - L072	Ja	nicht vorhanden
2	2 - Radweg an L072	Ja	nicht vorhanden
2	3 - Waldwege	Ja	nicht vorhanden
2	4 - Gemeindeweg Gewerbegebiet	Ja	nicht vorhanden
2	5 - PV-Anlage	Ja ^{*1}	nicht vorhanden
25	6 - Waldwege	Ja	nicht vorhanden

^{*1} Im Gutachten von Veenker „Windenergieanlagen in Nähe von Schutzobjekten – Bestimmung von Mindestabständen“ /7/ wurden für Anlagengruppen (Verkehrswege, Gasleitungen etc.) Mindestabstände von Windkraftanlagen zum Schutzobjekt in Abhängigkeit von der Nabenhöhe, Rotordurchmesser und MW-Klasse definiert. Als Orientierungswert für die PV-Anlage können die Mindestabstände zu landwirtschaftlichen Produktionsstätten herangezogen werden, wobei bei der PV-Anlage von deutlich weniger Personaleinsatz ausgegangen werden kann. Demnach ergibt sich für die geplante WEA ein Mindestabstand von 135m. Dieser Mindestabstand wird für die PV-Anlage eingehalten. Ungeachtet dessen erfolgte eine gesonderte Betrachtung zum Sachrisiko im Anhang 3.

Bemerkungen: mittlere Belegung von zwei Personen mit im Mittel je 500
Stunden pro Jahr
Zul Pf = 10⁻⁴ Ereignisse/Jahr
Geringere Abstände bei Einzelfallberechnung möglich

Mindestabstand a in [m] für Windenergieanlagen der Klasse				
Nabenhöhe in [m] bis	Klasse 1 0,5 MW ≤ P < 1,5 MW RD 40 m – 65 m Masse Blatt < 15 t	Klasse 2 1,5 MW ≤ P < 3,0 MW RD 65 m – 100 m Masse Blatt < 15 t	Klasse 3 3,0 MW ≤ P < 4,5 MW RD 100 m – 120 m Masse Blatt < 15 t	Klasse 4 4,5 MW ≤ P < 8,0 MW RD > 120 m Masse Blatt > 15 t
Windpark / Einzelne WEA				
60	85 / 75	105 / 95	- / -	- / -
80	90 / 80	110 / 100	115 / 110	- / -
100	95 / 85	115 / 105	120 / 115	125 / 110
120	- / -	120 / 110	125 / 120	130 / 115
150	- / -	125 / 115	130 / 125	135 / 120

Abbildung 4 Mindestabstände an landwirtschaftlichen Produktionsstätten /7/

Für die zu betrachtenden Schutzobjekte sind folgende Maßnahmen zur Risikominimierung notwendig:

- Einsatz einer funktionierenden Eiserkennung für die WEA 2

Zudem ist das Anbringen von Warnschildern zur Warnung vor Eiswurf auf nicht öffentlichen landwirtschaftlichen Wegen, Waldwegen und Wegen zu den Windenergieanlagen mit nachfolgender Aufschrift erforderlich:

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

Empfehlung zusätzlicher Maßnahmen zu Risikominimierung:

- Anbringen von Warnschildern am öffentlichen Radweg entlang der L072
- Anbringen eines Warnschildes am öffentlichen Gemeindeweg im Gewerbegebiet
- Ausrichtung des stillstehenden Rotors von WEA 2 parallel zur Straße bzw. des Weges

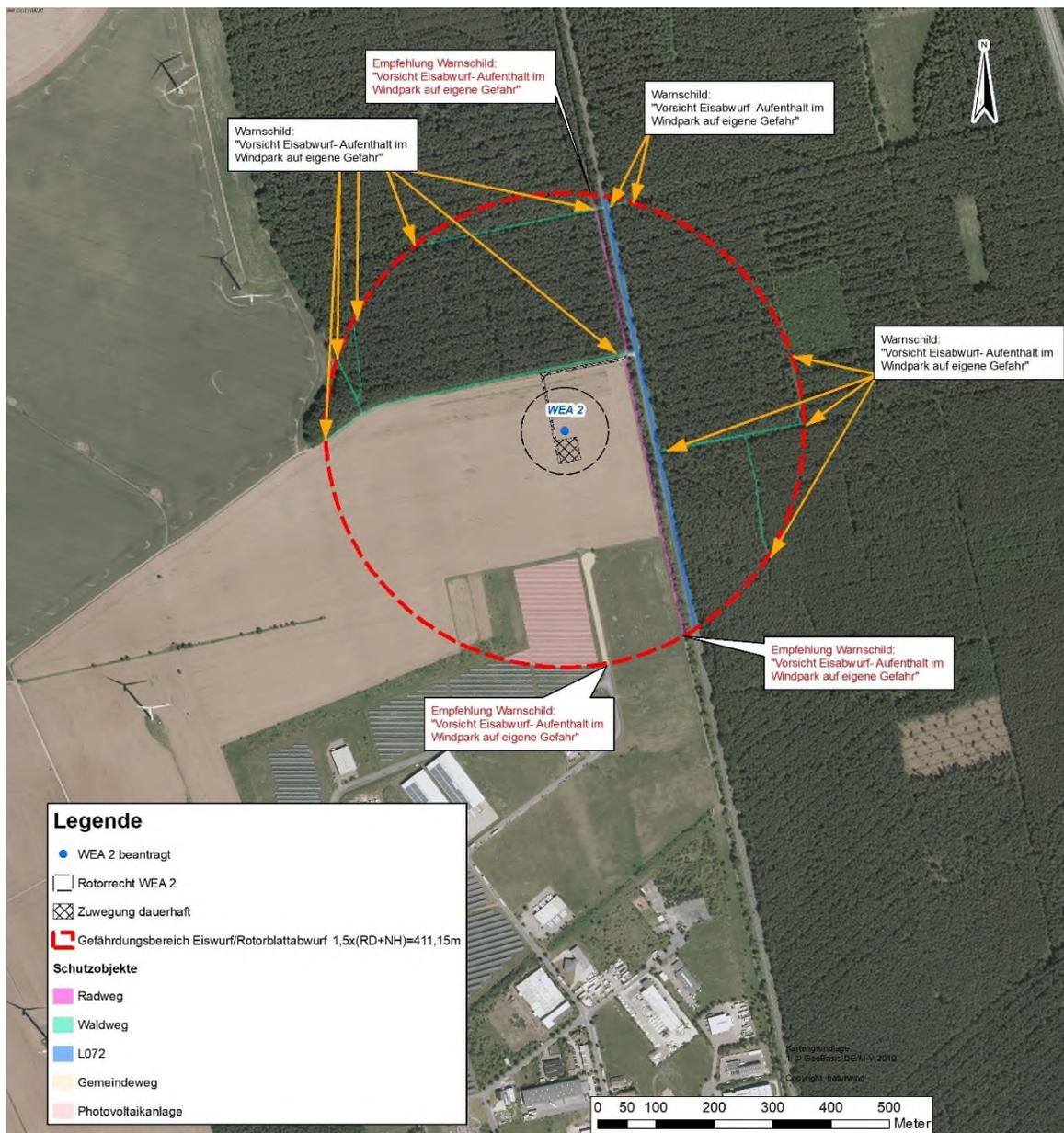


Abbildung 5 Übersicht

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

- Windverteilung am Standort in Nabenhöhe siehe Plankon, Turbulenzabschätzung vom 29.11.2018
- Vorgehensweise Berechnung

Anhang-Nr.	WEA	Schutzobjekt
1	2	L072
2	2	Radweg an L072
3	2	Waldwege
4	2	Gemeindeweg im Gewerbegebiet
5	2	PV-Anlage
6	25	Waldwege

Schwerin, den 20.01.2021

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 x (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.

5 Ergebnisse

Für den Standort Lübesse WEA 2 sind für die Turbulenzabschätzung die Rauigkeiten und die Windverhältnisse in Höhen von 125,0 m über Grund berechnet worden. Die Windverhältnisse und der Verlauf des Windprofils werden maßgeblich von den Hindernissen und der Rauigkeit bestimmt. Zur Bestimmung der Turbulenzen wurden die Rauigkeitswerte ermittelt.

Mit den für diese Abschätzung verwendeten Windstatistiken Schwerin und Teterow sowie den zuvor erläuterten Eingabeparametern für Rauigkeiten und Hindernisse wurden die über das Jahr gemittelten Windanströmungen berechnet. Die Verteilung der Weibull-Parameter A und k und die zugehörige mittlere Windgeschwindigkeit für den Mikrostandort sind der folgenden Tabelle zu entnehmen.

Standort 125,0 m Nabenhöhe

Sektor	A-Parameter	Wind- geschwindigkeit	k-Parameter	Häufigkeit
	[m/s]	[m/s]		[%]
N	5,07	4,49	2,119	4,3
NNO	5,37	4,76	2,174	3,9
ONO	6,50	5,76	2,170	5,4
O	6,50	5,76	2,385	8,4
OSO	6,37	5,65	2,525	7,5
SSO	6,12	5,44	2,674	5,5
S	7,11	6,30	2,400	7,4
SSW	7,91	7,02	2,553	13,5
WSW	9,16	8,13	2,510	17,6
W	9,30	8,24	2,197	15,0
WNW	8,25	7,31	2,283	7,4
NNW	5,61	4,97	1,963	4,1
Mittel/Summe	7,59	6,72	2,111	100,0

Beim Vergleich der Berechnungen mit Erträgen von vorhandenen WEA in der Nähe konnten geringfügig abweichende Ergebnisse der Berechnungen zu den tatsächlichen Ertragswerten festgestellt werden. Es handelt sich bei der Ertragsberechnung um eine gutachtenreife Berechnung, die alle Anforderungen zur Methodik und Untersuchung der TR 6 /3/ erfüllt.

Projekt:

Antragsteller:

Adresse:

Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH

Schelfstraße 35, 19055 Schwerin

19.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp:

2

Nennleistung:

N 149

Rotordurchmesser:

5,7

MW

Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):

149,10

m

Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

125,4

m

25

m/s

Schutzobjekt-Nr.:

1

Schutzobjekt:

L072

minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt:

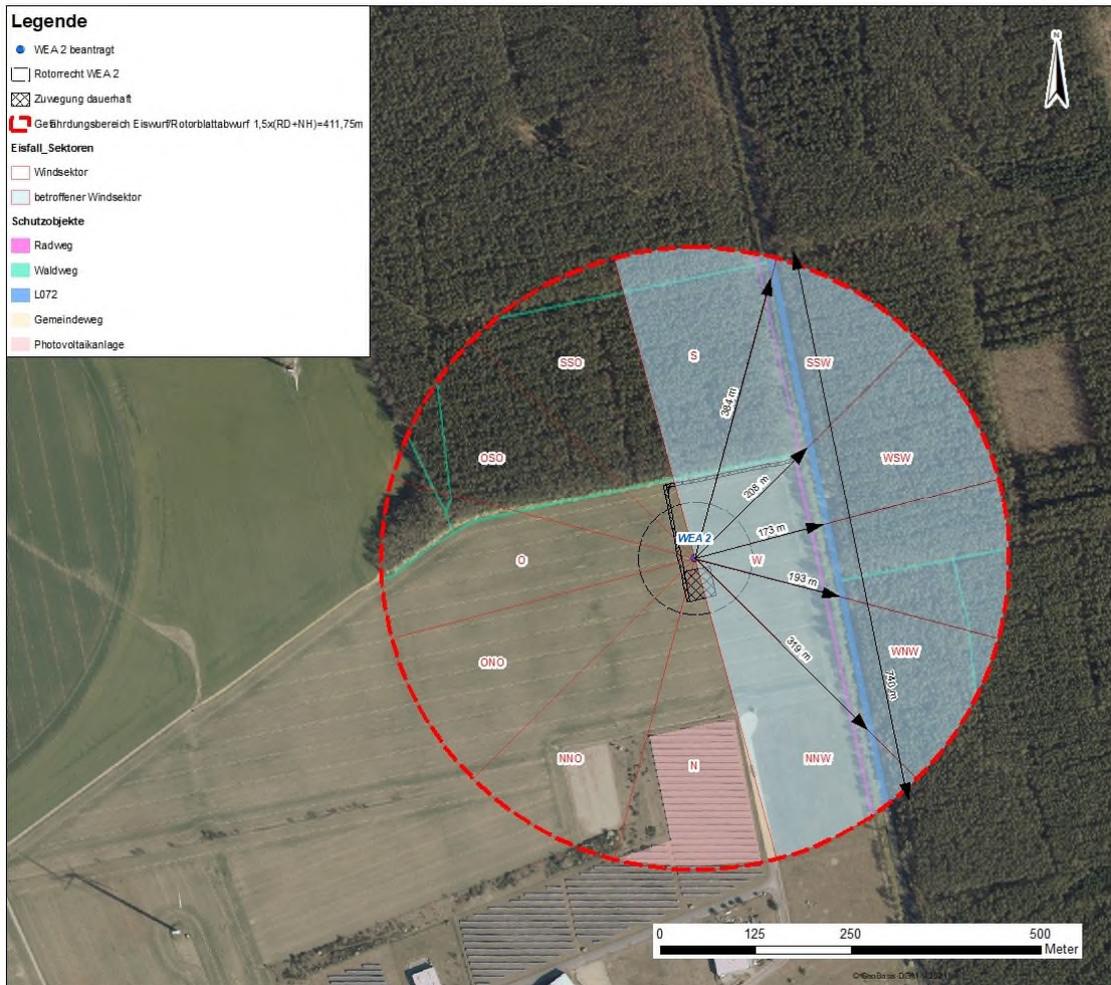
173 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
 Rechtswert: 26520180
 Hochwert: 59341770
 Höhe über Grund/Nabenhöhe: 125 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	5,07	2,119	4,3	4,49
30	NNO	5,37	2,174	3,9	4,76
60	ONO	6,5	2,17	5,4	5,76
90	O	6,5	2,385	8,4	5,76
120	OSO	6,37	2,525	7,5	5,65
150	SSO	6,12	2,674	5,5	5,44
180	S	7,11	2,4	7,4	6,3
210	SSW	7,91	2,553	13,5	7,02
240	WSW	9,16	2,51	17,6	8,13
270	W	9,3	2,197	15	8,24
300	WNW	8,25	2,283	7,4	7,31
330	NNW	5,61	1,963	4,1	4,97
Gesamt		7,59	2,11	100	6,72

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,59 m/s
 k-Parameter: 2,11
 mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,72 m/s

Klimadaten am Standort:

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

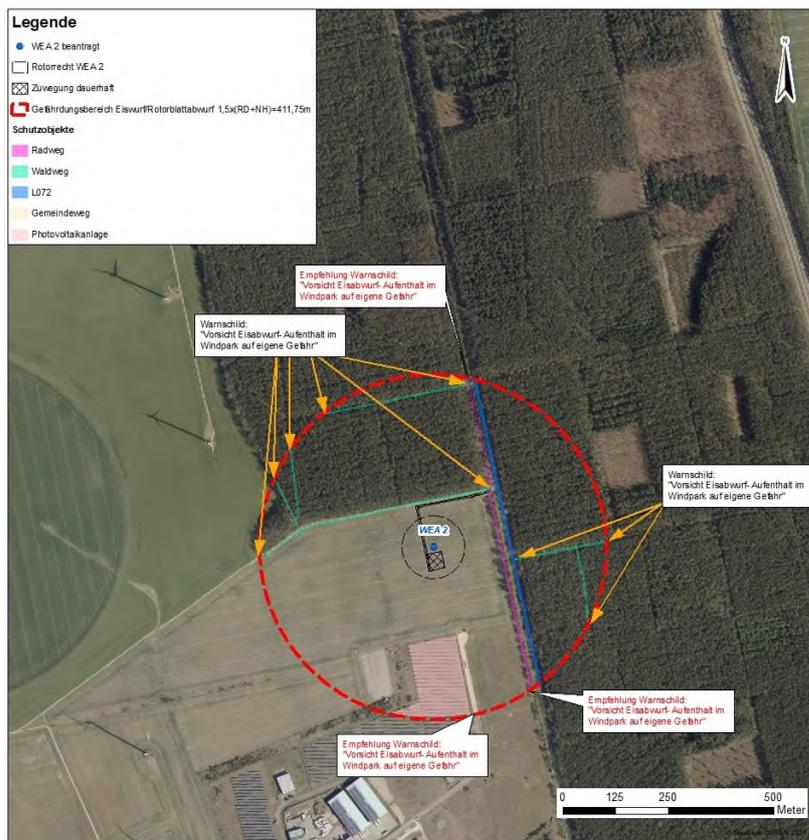
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, 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:	Lübesse
Rotordurchmesser geplante WEA:	149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	125,40 m
Abstand:	411,75 m



Abstand Schutzobjekt: 173 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

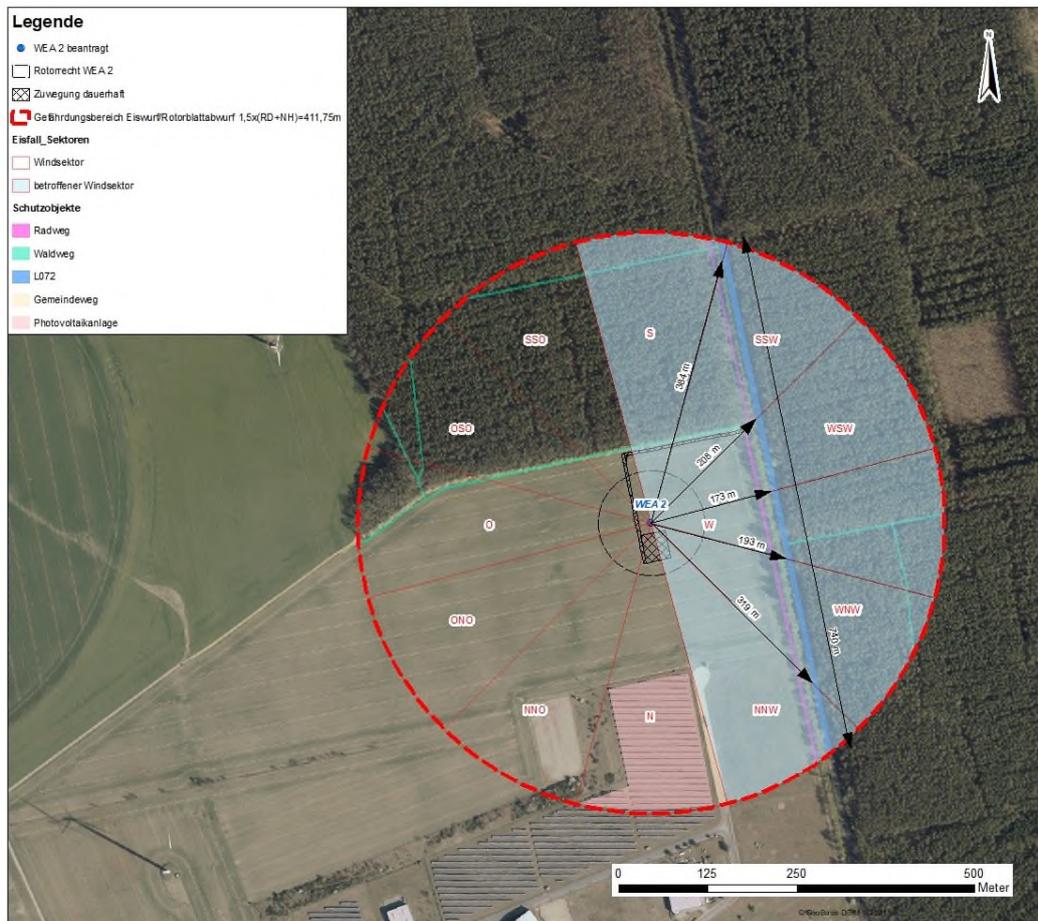
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	
	Straße	Messtelle
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag	10007	0099 /6/
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h 80	PKW+LKW
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m 740	graphisch bestimmt
Auslastung	100%	
Anzahl der Personen pro Fahrzeug	1,5	nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		1,59E-02
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich (Straße + Radweg)	m ² 5145	graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	m 740	
Abstand der Fahrzeuge (durchschnittlich)	m 80	
Fahrspuren (Autobahn 4 oder mehr Fahrspuren)	2	
Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich	19	
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich	29	
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ² 5	Auto
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ² 95	
Trefferwahrscheinlichkeit		1,85E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		2,93E-04



/6/ Verkehrsmengenkarte Landesamt für Straßenbau und Verkehr, 2015

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

Zusammenfassung

Projekt: Lübesse
 Antragsteller: naturwind Schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 19.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA: 2
 Anlagentyp: N 149
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 149,10 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 125,4 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: L072
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 173 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
30	NNO	nicht vorhanden
60	ONO	nicht vorhanden
90	O	nicht vorhanden
120	OSO	nicht vorhanden
150	SSO	nicht vorhanden
180	S	nicht vorhanden
210	SSW	nicht vorhanden
240	WSW	nicht vorhanden
270	W	nicht vorhanden
300	WNW	nicht vorhanden
330	NNW	nicht vorhanden
Gesamt	nicht vorhanden	1,1E-07

Das Schutzobjekt L072 weist zur geplanten WEA 2 einen kürzesten Abstand von 173m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind S, SSW, WSW, W, WNW und NNW. Die WEA 2 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. Weiter 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:	S 7,11 m/s
k-Parameter:	2,4 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

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:

384 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	2,147%	3,0076E-05	8,8022E-09	13	nicht vorhanden
2	5,451%	7,6365E-05	2,2349E-08	27	nicht vorhanden
3	8,891%	1,2455E-04	3,6453E-08	40	nicht vorhanden
4	11,733%	1,6437E-04	4,8105E-08	53	nicht vorhanden
5	13,419%	1,8799E-04	5,5018E-08	67	nicht vorhanden
6	13,682%	1,9168E-04	5,6098E-08	80	nicht vorhanden
7	12,604%	1,7658E-04	5,1678E-08	93	nicht vorhanden
8	10,560%	1,4794E-04	4,3296E-08	107	nicht vorhanden
9	8,072%	1,1308E-04	3,3096E-08	120	nicht vorhanden
10	5,637%	7,8969E-05	2,3111E-08	133	nicht vorhanden
11	3,597%	5,0387E-05	1,4747E-08	147	nicht vorhanden
12	2,096%	2,9361E-05	8,5930E-09	160	nicht vorhanden
13	1,114%	1,5610E-05	4,5686E-09	173	nicht vorhanden
14	0,540%	7,5630E-06	2,2134E-09	187	nicht vorhanden
15	0,238%	3,3344E-06	9,7586E-10	200	nicht vorhanden
16	0,095%	1,3358E-06	3,9093E-10	213	nicht vorhanden
17	0,035%	4,8543E-07	1,4207E-10	227	nicht vorhanden
18	0,011%	1,5978E-07	4,6762E-11	240	nicht vorhanden
19	0,003%	4,7553E-08	1,3917E-11	253	nicht vorhanden
20	0,001%	1,2776E-08	3,7390E-12	267	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0932E-09	9,0528E-13	280	nicht vorhanden
22	0,000%	6,7383E-10	1,9721E-13	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,3185E-10	3,8587E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	2,3136E-11	6,7710E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,6348E-12	1,0638E-15	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			5,61E-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:	7,91 m/s
k-Parameter:	2,553 [-]
Häufigkeit %:	13,5 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

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:	125,4 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 208 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	1,294%	3,3061E-05	9,6757E-09	13	nicht vorhanden
2	3,703%	9,4634E-05	2,7696E-08	27	nicht vorhanden
3	6,583%	1,6825E-04	4,9240E-08	40	nicht vorhanden
4	9,394%	2,4008E-04	7,0262E-08	53	nicht vorhanden
5	11,611%	2,9674E-04	8,6845E-08	67	nicht vorhanden
6	12,824%	3,2774E-04	9,5918E-08	80	nicht vorhanden
7	12,840%	3,2815E-04	9,6038E-08	93	nicht vorhanden
8	11,735%	2,9992E-04	8,7776E-08	107	nicht vorhanden
9	9,820%	2,5097E-04	7,3451E-08	120	nicht vorhanden
10	7,530%	1,9245E-04	5,6324E-08	133	nicht vorhanden
11	5,289%	1,3518E-04	3,9563E-08	147	nicht vorhanden
12	3,399%	8,6874E-05	2,5425E-08	160	nicht vorhanden
13	1,995%	5,0994E-05	1,4924E-08	173	nicht vorhanden
14	1,068%	2,7285E-05	7,9853E-09	187	nicht vorhanden
15	0,520%	1,3278E-05	3,8861E-09	200	nicht vorhanden
16	0,229%	5,8636E-06	1,7161E-09	213	nicht vorhanden
17	0,092%	2,3438E-06	6,8594E-10	227	nicht vorhanden
18	0,033%	8,4589E-07	2,4756E-10	240	nicht vorhanden
19	0,011%	2,7496E-07	8,0472E-11	253	nicht vorhanden
20	0,003%	8,0294E-08	2,3499E-11	267	nicht vorhanden
21	0,001%	2,1011E-08	6,1491E-12	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,9141E-09	1,4382E-12	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,0247E-09	2,9990E-13	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,9003E-10	5,5616E-14	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,1264E-11	9,1498E-15	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			9,60E-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:	9,16 m/s
k-Parameter:	2,51 [-]
Häufigkeit %:	17,6 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

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: 173 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	0,963%	3,2088E-05	9,3910E-09	13	nicht vorhanden
2	2,694%	8,9751E-05	2,6267E-08	27	nicht vorhanden
3	4,780%	1,5926E-04	4,6610E-08	40	nicht vorhanden
4	6,921%	2,3059E-04	6,7487E-08	53	nicht vorhanden
5	8,825%	2,9406E-04	8,6061E-08	67	nicht vorhanden
6	10,237%	3,4108E-04	9,9821E-08	80	nicht vorhanden
7	10,972%	3,6559E-04	1,0700E-07	93	nicht vorhanden
8	10,960%	3,6519E-04	1,0688E-07	107	nicht vorhanden
9	10,250%	3,4152E-04	9,9951E-08	120	nicht vorhanden
10	8,996%	2,9973E-04	8,7720E-08	133	nicht vorhanden
11	7,417%	2,4714E-04	7,2328E-08	147	nicht vorhanden
12	5,747%	1,9150E-04	5,6046E-08	160	nicht vorhanden
13	4,184%	1,3942E-04	4,0804E-08	173	nicht vorhanden
14	2,860%	9,5310E-05	2,7894E-08	187	nicht vorhanden
15	1,835%	6,1128E-05	1,7890E-08	200	nicht vorhanden
16	1,103%	3,6745E-05	1,0754E-08	213	nicht vorhanden
17	0,621%	2,0679E-05	6,0519E-09	227	nicht vorhanden
18	0,327%	1,0881E-05	3,1846E-09	240	nicht vorhanden
19	0,160%	5,3472E-06	1,5649E-09	253	nicht vorhanden
20	0,074%	2,4507E-06	7,1724E-10	267	nicht vorhanden
21	0,031%	1,0462E-06	3,0618E-10	280	nicht vorhanden
22	0,012%	4,1542E-07	1,2158E-10	293	nicht vorhanden
23	0,005%	1,5323E-07	4,4844E-11	307	nicht vorhanden
24	0,002%	5,2430E-08	1,5344E-11	320	nicht vorhanden
25	0,000%	1,6619E-08	4,8639E-12	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,07E-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:	W	9,3 m/s
k-Parameter:		2,197 [-]
Häufigkeit %:		15 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

173 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	1,625%	4,6144E-05	1,3505E-08	13	nicht vorhanden
2	3,627%	1,0300E-04	3,0145E-08	27	nicht vorhanden
3	5,611%	1,5933E-04	4,6631E-08	40	nicht vorhanden
4	7,357%	2,0892E-04	6,1143E-08	53	nicht vorhanden
5	8,703%	2,4713E-04	7,2327E-08	67	nicht vorhanden
6	9,543%	2,7101E-04	7,9314E-08	80	nicht vorhanden
7	9,840%	2,7943E-04	8,1781E-08	93	nicht vorhanden
8	9,618%	2,7313E-04	7,9937E-08	107	nicht vorhanden
9	8,958%	2,5437E-04	7,4446E-08	120	nicht vorhanden
10	7,975%	2,2646E-04	6,6276E-08	133	nicht vorhanden
11	6,802%	1,9315E-04	5,6527E-08	147	nicht vorhanden
12	5,566%	1,5806E-04	4,6259E-08	160	nicht vorhanden
13	4,375%	1,2424E-04	3,6360E-08	173	nicht vorhanden
14	3,305%	9,3863E-05	2,7470E-08	187	nicht vorhanden
15	2,402%	6,8197E-05	1,9959E-08	200	nicht vorhanden
16	1,679%	4,7666E-05	1,3950E-08	213	nicht vorhanden
17	1,129%	3,2057E-05	9,3821E-09	227	nicht vorhanden
18	0,731%	2,0748E-05	6,0722E-09	240	nicht vorhanden
19	0,455%	1,2923E-05	3,7822E-09	253	nicht vorhanden
20	0,273%	7,7469E-06	2,2672E-09	267	nicht vorhanden
21	0,157%	4,4692E-06	1,3080E-09	280	nicht vorhanden
22	0,087%	2,4811E-06	7,2613E-10	293	nicht vorhanden
23	0,047%	1,3254E-06	3,8789E-10	307	nicht vorhanden
24	0,024%	6,8119E-07	1,9936E-10	320	nicht vorhanden
25	0,012%	3,3681E-07	9,8571E-11	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			8,18E-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:	8,25 m/s
k-Parameter:	2,283 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

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:	125,4 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 193 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	1,831%	2,5654E-05	7,5079E-09	13	nicht vorhanden
2	4,319%	6,0505E-05	1,7708E-08	27	nicht vorhanden
3	6,843%	9,5868E-05	2,8057E-08	40	nicht vorhanden
4	9,026%	1,2645E-04	3,7008E-08	53	nicht vorhanden
5	10,582%	1,4825E-04	4,3388E-08	67	nicht vorhanden
6	11,342%	1,5890E-04	4,6503E-08	80	nicht vorhanden
7	11,273%	1,5793E-04	4,6221E-08	93	nicht vorhanden
8	10,473%	1,4672E-04	4,2940E-08	107	nicht vorhanden
9	9,137%	1,2800E-04	3,7462E-08	120	nicht vorhanden
10	7,507%	1,0517E-04	3,0778E-08	133	nicht vorhanden
11	5,818%	8,1508E-05	2,3854E-08	147	nicht vorhanden
12	4,258%	5,9652E-05	1,7458E-08	160	nicht vorhanden
13	2,944%	4,1247E-05	1,2071E-08	173	nicht vorhanden
14	1,924%	2,6952E-05	7,8880E-09	187	nicht vorhanden
15	1,188%	1,6643E-05	4,8709E-09	200	nicht vorhanden
16	0,693%	9,7112E-06	2,8421E-09	213	nicht vorhanden
17	0,382%	5,3528E-06	1,5666E-09	227	nicht vorhanden
18	0,199%	2,7863E-06	8,1546E-10	240	nicht vorhanden
19	0,098%	1,3691E-06	4,0070E-10	253	nicht vorhanden
20	0,045%	6,3482E-07	1,8579E-10	267	nicht vorhanden
21	0,020%	2,7762E-07	8,1250E-11	280	nicht vorhanden
22	0,008%	1,1446E-07	3,3498E-11	293	nicht vorhanden
23	0,003%	4,4464E-08	1,3013E-11	307	nicht vorhanden
24	0,001%	1,6268E-08	4,7612E-12	320	nicht vorhanden
25	0,000%	5,6030E-09	1,6398E-12	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,65E-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:	5,61 m/s
k-Parameter:	1,963 [-]
Häufigkeit %:	4,1 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

NNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

2,93E-04

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 319 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	6,427%	4,9885E-05	1,4599E-08	13	nicht vorhanden
2	11,357%	8,8150E-05	2,5798E-08	27	nicht vorhanden
3	14,291%	1,1093E-04	3,2465E-08	40	nicht vorhanden
4	15,098%	1,1719E-04	3,4297E-08	53	nicht vorhanden
5	14,105%	1,0948E-04	3,2040E-08	67	nicht vorhanden
6	11,927%	9,2575E-05	2,7093E-08	80	nicht vorhanden
7	9,244%	7,1755E-05	2,1000E-08	93	nicht vorhanden
8	6,618%	5,1370E-05	1,5034E-08	107	nicht vorhanden
9	4,398%	3,4138E-05	9,9911E-09	120	nicht vorhanden
10	2,723%	2,1132E-05	6,1846E-09	133	nicht vorhanden
11	1,574%	1,2215E-05	3,5750E-09	147	nicht vorhanden
12	0,851%	6,6061E-06	1,9334E-09	160	nicht vorhanden
13	0,431%	3,3474E-06	9,7968E-10	173	nicht vorhanden
14	0,205%	1,5911E-06	4,6567E-10	187	nicht vorhanden
15	0,091%	7,1015E-07	2,0784E-10	200	nicht vorhanden
16	0,038%	2,9783E-07	8,7166E-11	213	nicht vorhanden
17	0,015%	1,1745E-07	3,4375E-11	227	nicht vorhanden
18	0,006%	4,3578E-08	1,2754E-11	240	nicht vorhanden
19	0,002%	1,5219E-08	4,4542E-12	253	nicht vorhanden
20	0,001%	5,0053E-09	1,4649E-12	267	nicht vorhanden
21	0,000%	1,5507E-09	4,5384E-13	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,5273E-10	1,3250E-13	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,2459E-10	3,6463E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	3,2327E-11	9,4610E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	7,9106E-12	2,3152E-15	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,43E-08		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:

Adresse:

Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH

Schelfstraße 35, 19055 Schwerin

19.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp:

2

Nennleistung:

N 149

Rotordurchmesser:

5,7

MW

Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):

149,10

m

Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

125,4

m

25

m/s

Schutzobjekt-Nr.:

2

Schutzobjekt:

Radweg

minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt:

155 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

2

Legende

- WEA 2 beantragt
- Rotorrecht WEA 2
- ▨ Zuwegung dauerhaft
- ▭ Gefährdungsbereich Eiswurf (Rotorblattabwurf $1,5 \times (RD + NH) = 411,75m$)
- Eisfall_Sektoren**
- Windsektor
- ▨ betroffener Windsektor
- Schutzobjekte**
- ▭ Radweg
- ▭ Waldweg
- ▭ L072
- ▭ Gemeindeveg
- ▭ Photovoltaikanlage



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
 Rechtswert: 26520180
 Hochwert: 59341770
 Höhe über Grund/Nabenhöhe: 125 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	5,07	2,119	4,3	4,49
30	NNO	5,37	2,174	3,9	4,76
60	ONO	6,5	2,17	5,4	5,76
90	O	6,5	2,385	8,4	5,76
120	OSO	6,37	2,525	7,5	5,65
150	SSO	6,12	2,674	5,5	5,44
180	S	7,11	2,4	7,4	6,3
210	SSW	7,91	2,553	13,5	7,02
240	WSW	9,16	2,51	17,6	8,13
270	W	9,3	2,197	15	8,24
300	WNW	8,25	2,283	7,4	7,31
330	NNW	5,61	1,963	4,1	4,97
Gesamt		7,59	2,11	100	6,72

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,59 m/s
 k-Parameter: 2,11
 mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,72 m/s

Klimadaten am Standort:

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

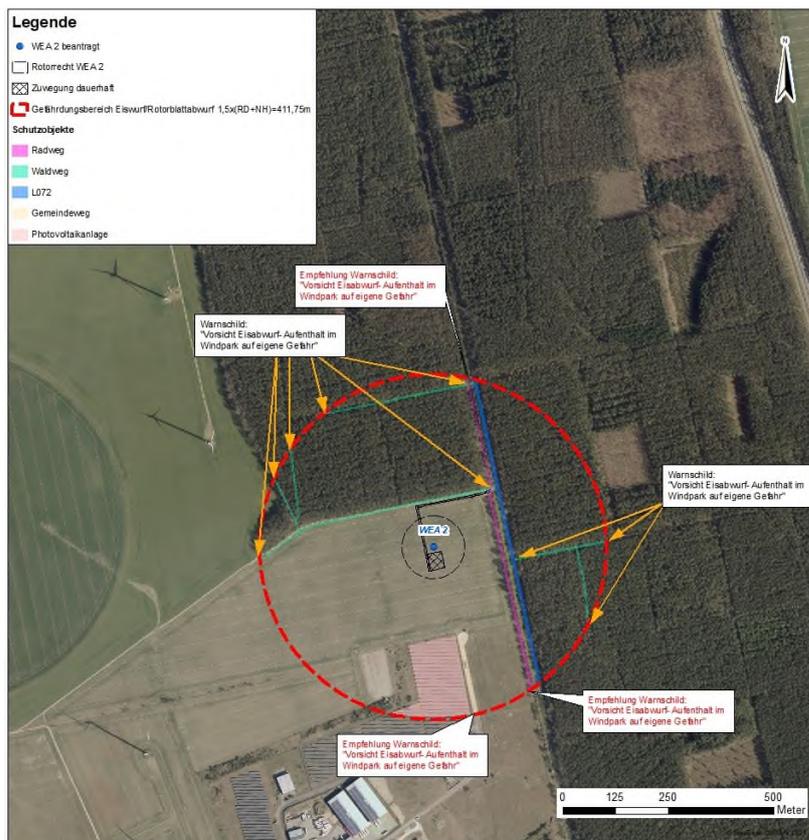
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, 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:	Lübesse
Rotordurchmesser geplante WEA:	149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	125,40 m
Abstand:	411,75 m



Abstand Schutzobjekt: 155 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

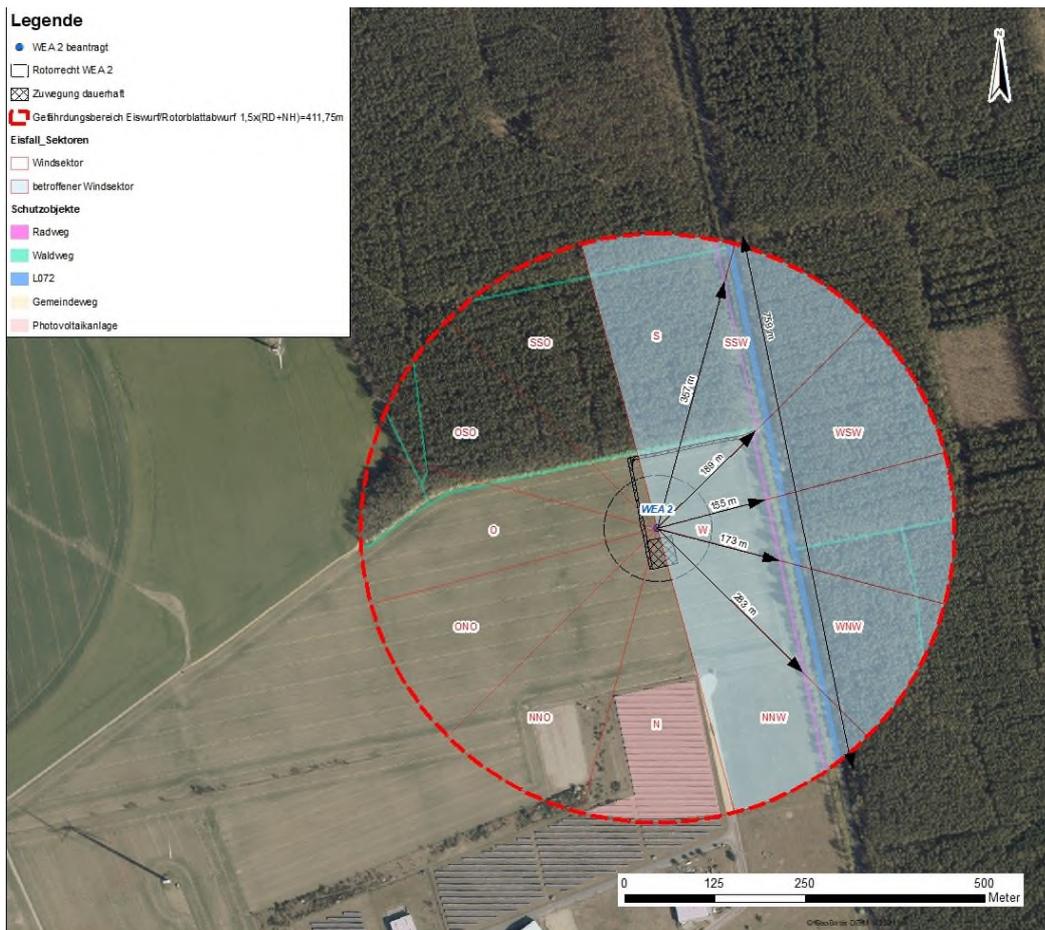
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	Weg	
	Radweg	Messtelle
Kategorie		
Anzahl der Radler pro Tag	100	Schätzung
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	17 Wikipedia 10-25km/h
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	759 graphisch bestimmt
Auslastung		100%
Anzahl der Personen pro Rad		1
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		5,10E-04
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich (Radweg)	m ²	1947 graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	m	759
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		100 worst case alle Personen/Radler gleichzeitig
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	0,5
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	50
Trefferwahrscheinlichkeit		2,57E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,31E-05



/6/ Verkehrsmengenkarte Landesamt für Straßenbau und Verkehr, 2015

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

Zusammenfassung

Projekt: Lübesse
 Antragsteller: naturwind Schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 19.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA: 2
 Anlagentyp: N 149
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 149,10 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 125,4 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: Radweg
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 155 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	-	nein
180	S	nicht vorhanden	2,5E-09	ja
210	SSW	nicht vorhanden	4,3E-09	ja
240	WSW	nicht vorhanden	4,8E-09	ja
270	W	nicht vorhanden	3,7E-09	ja
300	WNW	nicht vorhanden	2,1E-09	ja
330	NNW	nicht vorhanden	1,5E-09	ja
Gesamt		nicht vorhanden	4,8E-09	

Das Schutzobjekt Radweg weist zur geplanten WEA 2 einen kürzesten Abstand von 155m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind S, SSW, WSW, W, WNW und NNW. Die WEA 2 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. Weiter 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:	S 7,11 m/s
k-Parameter:	2,4 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

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: 357 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	2,147%	3,0076E-05	3,9365E-10	13	nicht vorhanden
2	5,451%	7,6365E-05	9,9951E-10	27	nicht vorhanden
3	8,891%	1,2455E-04	1,6302E-09	40	nicht vorhanden
4	11,733%	1,6437E-04	2,1514E-09	53	nicht vorhanden
5	13,419%	1,8799E-04	2,4605E-09	67	nicht vorhanden
6	13,682%	1,9168E-04	2,5088E-09	80	nicht vorhanden
7	12,604%	1,7658E-04	2,3111E-09	93	nicht vorhanden
8	10,560%	1,4794E-04	1,9363E-09	107	nicht vorhanden
9	8,072%	1,1308E-04	1,4801E-09	120	nicht vorhanden
10	5,637%	7,8969E-05	1,0336E-09	133	nicht vorhanden
11	3,597%	5,0387E-05	6,5950E-10	147	nicht vorhanden
12	2,096%	2,9361E-05	3,8430E-10	160	nicht vorhanden
13	1,114%	1,5610E-05	2,0432E-10	173	nicht vorhanden
14	0,540%	7,5630E-06	9,8989E-11	187	nicht vorhanden
15	0,238%	3,3344E-06	4,3643E-11	200	nicht vorhanden
16	0,095%	1,3358E-06	1,7483E-11	213	nicht vorhanden
17	0,035%	4,8543E-07	6,3537E-12	227	nicht vorhanden
18	0,011%	1,5978E-07	2,0913E-12	240	nicht vorhanden
19	0,003%	4,7553E-08	6,2241E-13	253	nicht vorhanden
20	0,001%	1,2776E-08	1,6722E-13	267	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0932E-09	4,0486E-14	280	nicht vorhanden
22	0,000%	6,7383E-10	8,8194E-15	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,3185E-10	1,7257E-15	307	nicht vorhanden
24	0,000%	2,3136E-11	3,0281E-16	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,6348E-12	4,7574E-17	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,51E-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:	7,91 m/s
k-Parameter:	2,553 [-]
Häufigkeit %:	13,5 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

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: 189 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	1,294%	3,3061E-05	4,3272E-10	13	nicht vorhanden
2	3,703%	9,4634E-05	1,2386E-09	27	nicht vorhanden
3	6,583%	1,6825E-04	2,2021E-09	40	nicht vorhanden
4	9,394%	2,4008E-04	3,1423E-09	53	nicht vorhanden
5	11,611%	2,9674E-04	3,8839E-09	67	nicht vorhanden
6	12,824%	3,2774E-04	4,2896E-09	80	nicht vorhanden
7	12,840%	3,2815E-04	4,2950E-09	93	nicht vorhanden
8	11,735%	2,9992E-04	3,9255E-09	107	nicht vorhanden
9	9,820%	2,5097E-04	3,2849E-09	120	nicht vorhanden
10	7,530%	1,9245E-04	2,5189E-09	133	nicht vorhanden
11	5,289%	1,3518E-04	1,7693E-09	147	nicht vorhanden
12	3,399%	8,6874E-05	1,1371E-09	160	nicht vorhanden
13	1,995%	5,0994E-05	6,6743E-10	173	nicht vorhanden
14	1,068%	2,7285E-05	3,5712E-10	187	nicht vorhanden
15	0,520%	1,3278E-05	1,7380E-10	200	nicht vorhanden
16	0,229%	5,8636E-06	7,6746E-11	213	nicht vorhanden
17	0,092%	2,3438E-06	3,0677E-11	227	nicht vorhanden
18	0,033%	8,4589E-07	1,1072E-11	240	nicht vorhanden
19	0,011%	2,7496E-07	3,5989E-12	253	nicht vorhanden
20	0,003%	8,0294E-08	1,0509E-12	267	nicht vorhanden
21	0,001%	2,1011E-08	2,7500E-13	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,9141E-09	6,4318E-14	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,0247E-09	1,3412E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,9003E-10	2,4873E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,1264E-11	4,0920E-16	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,30E-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:	9,16 m/s
k-Parameter:	2,51 [-]
Häufigkeit %:	17,6 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

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: 155 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	0,963%	3,2088E-05	4,1999E-10	13	nicht vorhanden
2	2,694%	8,9751E-05	1,1747E-09	27	nicht vorhanden
3	4,780%	1,5926E-04	2,0845E-09	40	nicht vorhanden
4	6,921%	2,3059E-04	3,0182E-09	53	nicht vorhanden
5	8,825%	2,9406E-04	3,8488E-09	67	nicht vorhanden
6	10,237%	3,4108E-04	4,4642E-09	80	nicht vorhanden
7	10,972%	3,6559E-04	4,7851E-09	93	nicht vorhanden
8	10,960%	3,6519E-04	4,7798E-09	107	nicht vorhanden
9	10,250%	3,4152E-04	4,4700E-09	120	nicht vorhanden
10	8,996%	2,9973E-04	3,9230E-09	133	nicht vorhanden
11	7,417%	2,4714E-04	3,2347E-09	147	nicht vorhanden
12	5,747%	1,9150E-04	2,5065E-09	160	nicht vorhanden
13	4,184%	1,3942E-04	1,8248E-09	173	nicht vorhanden
14	2,860%	9,5310E-05	1,2475E-09	187	nicht vorhanden
15	1,835%	6,1128E-05	8,0008E-10	200	nicht vorhanden
16	1,103%	3,6745E-05	4,8094E-10	213	nicht vorhanden
17	0,621%	2,0679E-05	2,7065E-10	227	nicht vorhanden
18	0,327%	1,0881E-05	1,4242E-10	240	nicht vorhanden
19	0,160%	5,3472E-06	6,9987E-11	253	nicht vorhanden
20	0,074%	2,4507E-06	3,2077E-11	267	nicht vorhanden
21	0,031%	1,0462E-06	1,3693E-11	280	nicht vorhanden
22	0,012%	4,1542E-07	5,4373E-12	293	nicht vorhanden
23	0,005%	1,5323E-07	2,0055E-12	307	nicht vorhanden
24	0,002%	5,2430E-08	6,8623E-13	320	nicht vorhanden
25	0,000%	1,6619E-08	2,1752E-13	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,79E-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:	W	9,3 m/s
k-Parameter:		2,197 [-]
Häufigkeit %:		15 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 155 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	1,625%	4,6144E-05	6,0396E-10	13	nicht vorhanden
2	3,627%	1,0300E-04	1,3481E-09	27	nicht vorhanden
3	5,611%	1,5933E-04	2,0854E-09	40	nicht vorhanden
4	7,357%	2,0892E-04	2,7344E-09	53	nicht vorhanden
5	8,703%	2,4713E-04	3,2346E-09	67	nicht vorhanden
6	9,543%	2,7101E-04	3,5471E-09	80	nicht vorhanden
7	9,840%	2,7943E-04	3,6574E-09	93	nicht vorhanden
8	9,618%	2,7313E-04	3,5749E-09	107	nicht vorhanden
9	8,958%	2,5437E-04	3,3294E-09	120	nicht vorhanden
10	7,975%	2,2646E-04	2,9640E-09	133	nicht vorhanden
11	6,802%	1,9315E-04	2,5280E-09	147	nicht vorhanden
12	5,566%	1,5806E-04	2,0688E-09	160	nicht vorhanden
13	4,375%	1,2424E-04	1,6261E-09	173	nicht vorhanden
14	3,305%	9,3863E-05	1,2285E-09	187	nicht vorhanden
15	2,402%	6,8197E-05	8,9260E-10	200	nicht vorhanden
16	1,679%	4,7666E-05	6,2388E-10	213	nicht vorhanden
17	1,129%	3,2057E-05	4,1959E-10	227	nicht vorhanden
18	0,731%	2,0748E-05	2,7156E-10	240	nicht vorhanden
19	0,455%	1,2923E-05	1,6915E-10	253	nicht vorhanden
20	0,273%	7,7469E-06	1,0140E-10	267	nicht vorhanden
21	0,157%	4,4692E-06	5,8495E-11	280	nicht vorhanden
22	0,087%	2,4811E-06	3,2474E-11	293	nicht vorhanden
23	0,047%	1,3254E-06	1,7347E-11	307	nicht vorhanden
24	0,024%	6,8119E-07	8,9158E-12	320	nicht vorhanden
25	0,012%	3,3681E-07	4,4083E-12	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,66E-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: 8,25 m/s
 k-Parameter: 2,283 [-]
 Häufigkeit %: 7,4 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

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: 173 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	1,831%	2,5654E-05	3,3577E-10	13	nicht vorhanden
2	4,319%	6,0505E-05	7,9192E-10	27	nicht vorhanden
3	6,843%	9,5868E-05	1,2548E-09	40	nicht vorhanden
4	9,026%	1,2645E-04	1,6551E-09	53	nicht vorhanden
5	10,582%	1,4825E-04	1,9404E-09	67	nicht vorhanden
6	11,342%	1,5890E-04	2,0797E-09	80	nicht vorhanden
7	11,273%	1,5793E-04	2,0671E-09	93	nicht vorhanden
8	10,473%	1,4672E-04	1,9204E-09	107	nicht vorhanden
9	9,137%	1,2800E-04	1,6754E-09	120	nicht vorhanden
10	7,507%	1,0517E-04	1,3765E-09	133	nicht vorhanden
11	5,818%	8,1508E-05	1,0668E-09	147	nicht vorhanden
12	4,258%	5,9652E-05	7,8076E-10	160	nicht vorhanden
13	2,944%	4,1247E-05	5,3986E-10	173	nicht vorhanden
14	1,924%	2,6952E-05	3,5277E-10	187	nicht vorhanden
15	1,188%	1,6643E-05	2,1784E-10	200	nicht vorhanden
16	0,693%	9,7112E-06	1,2711E-10	213	nicht vorhanden
17	0,382%	5,3528E-06	7,0061E-11	227	nicht vorhanden
18	0,199%	2,7863E-06	3,6469E-11	240	nicht vorhanden
19	0,098%	1,3691E-06	1,7920E-11	253	nicht vorhanden
20	0,045%	6,3482E-07	8,3089E-12	267	nicht vorhanden
21	0,020%	2,7762E-07	3,6337E-12	280	nicht vorhanden
22	0,008%	1,1446E-07	1,4981E-12	293	nicht vorhanden
23	0,003%	4,4464E-08	5,8197E-13	307	nicht vorhanden
24	0,001%	1,6268E-08	2,1293E-13	320	nicht vorhanden
25	0,000%	5,6030E-09	7,3336E-14	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,08E-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:	5,61 m/s
k-Parameter:	1,963 [-]
Häufigkeit %:	4,1 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

NNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,31E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 283 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	6,427%	4,9885E-05	6,5292E-10	13	nicht vorhanden
2	11,357%	8,8150E-05	1,1538E-09	27	nicht vorhanden
3	14,291%	1,1093E-04	1,4519E-09	40	nicht vorhanden
4	15,098%	1,1719E-04	1,5338E-09	53	nicht vorhanden
5	14,105%	1,0948E-04	1,4329E-09	67	nicht vorhanden
6	11,927%	9,2575E-05	1,2117E-09	80	nicht vorhanden
7	9,244%	7,1755E-05	9,3917E-10	93	nicht vorhanden
8	6,618%	5,1370E-05	6,7237E-10	107	nicht vorhanden
9	4,398%	3,4138E-05	4,4682E-10	120	nicht vorhanden
10	2,723%	2,1132E-05	2,7659E-10	133	nicht vorhanden
11	1,574%	1,2215E-05	1,5988E-10	147	nicht vorhanden
12	0,851%	6,6061E-06	8,6465E-11	160	nicht vorhanden
13	0,431%	3,3474E-06	4,3813E-11	173	nicht vorhanden
14	0,205%	1,5911E-06	2,0826E-11	187	nicht vorhanden
15	0,091%	7,1015E-07	9,2949E-12	200	nicht vorhanden
16	0,038%	2,9783E-07	3,8982E-12	213	nicht vorhanden
17	0,015%	1,1745E-07	1,5373E-12	227	nicht vorhanden
18	0,006%	4,3578E-08	5,7038E-13	240	nicht vorhanden
19	0,002%	1,5219E-08	1,9920E-13	253	nicht vorhanden
20	0,001%	5,0053E-09	6,5512E-14	267	nicht vorhanden
21	0,000%	1,5507E-09	2,0297E-14	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,5273E-10	5,9255E-15	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,2459E-10	1,6307E-15	307	nicht vorhanden
24	0,000%	3,2327E-11	4,2312E-16	320	nicht vorhanden
25	0,000%	7,9106E-12	1,0354E-16	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,53E-09		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 19.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp:
 Nennleistung:
 Rotordurchmesser:
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

2
 N 149
 5,7 MW
 149,10 m
 125,4 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

Schutzobjekt:

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

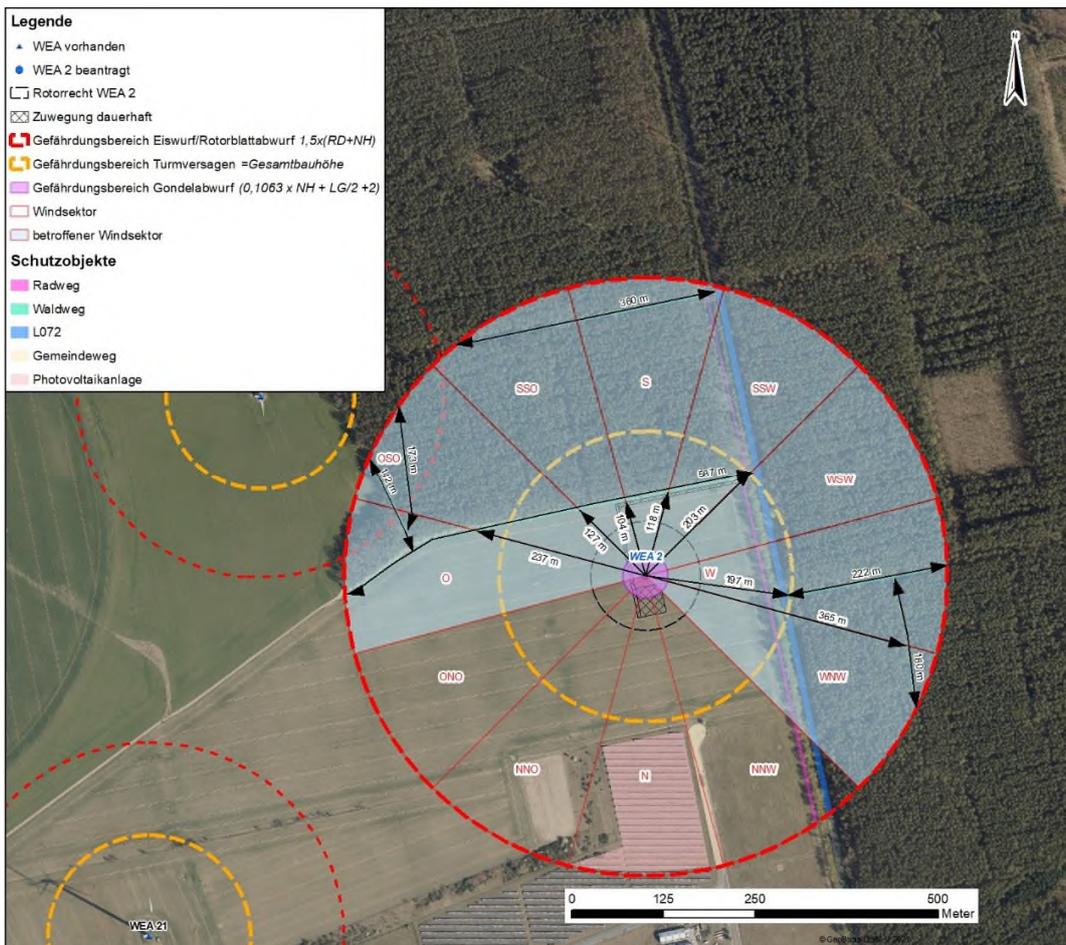
Risikobewertung nach:

- 1-Kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko

3
Waldwege

104 m

2



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
Rechtswert: 26520180
Hochwert: 59341770
Höhe über Grund/Nabenhöhe: 125 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	5,07	2,119	4,3	4,49
30	NNO	5,37	2,174	3,9	4,76
60	ONO	6,5	2,17	5,4	5,76
90	O	6,5	2,385	8,4	5,76
120	OSO	6,37	2,525	7,5	5,65
150	SSO	6,12	2,674	5,5	5,44
180	S	7,11	2,4	7,4	6,3
210	SSW	7,91	2,553	13,5	7,02
240	WSW	9,16	2,51	17,6	8,13
270	W	9,3	2,197	15	8,24
300	WNW	8,25	2,283	7,4	7,31
330	NNW	5,61	1,963	4,1	4,97
Gesamt		7,59	2,11	100	6,72

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,59 m/s
k-Parameter: 2,11
mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,72 m/s

Klimadaten am Standort:

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

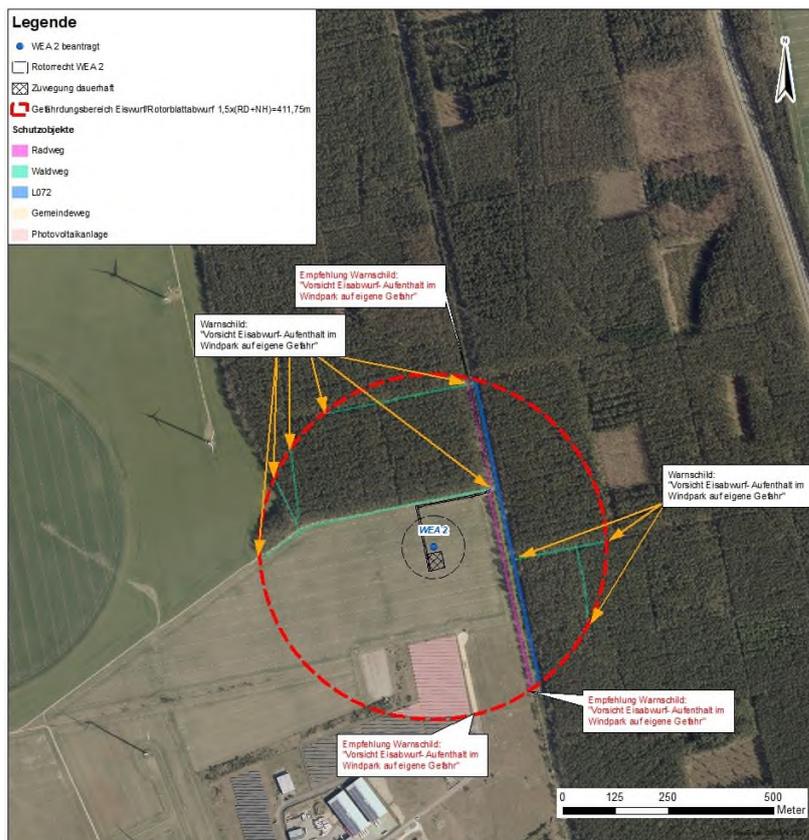
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, 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:	Lübesse
Rotordurchmesser geplante WEA:	149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	125,40 m
Abstand:	411,75 m



Abstand Schutzobjekt: 104 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

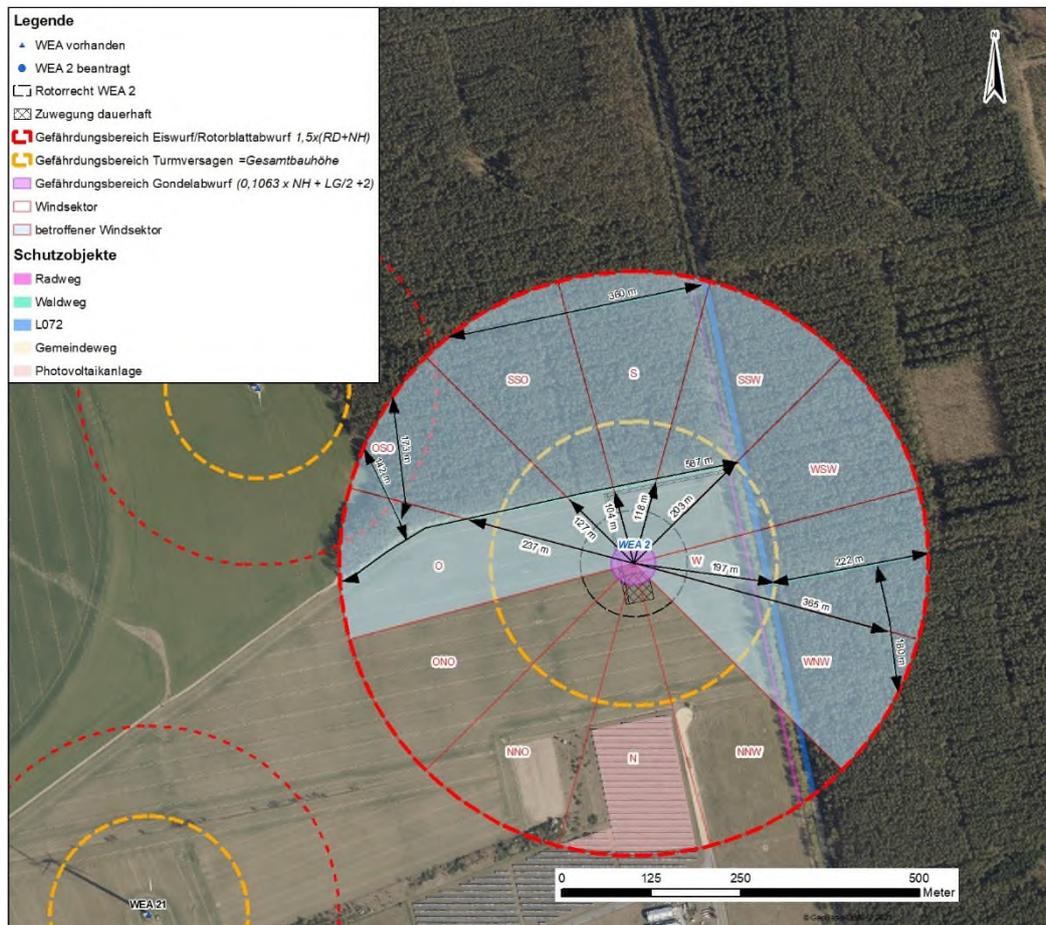
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	Weg	
	Waldwege	Messtelle
Kategorie		
Anzahl der Personen pro Tag	50	Schätzung
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	3,6
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	1664
Auslastung		100%
Aufenthaltszeit für 1 Person	s	1664
Aufenthaltszeit für n Personen	s	83200
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		2,64E-03
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich (Waldwege)	m ²	3813
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	m	759
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		50
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	0,5
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	25
Trefferwahrscheinlichkeit		6,56E-03
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,73E-05



/6/ Verkehrsmengenkarte Landesamt für Straßenbau und Verkehr, 2015

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

Zusammenfassung

Projekt: Lübesse
 Antragsteller: naturwind Schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 19.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA: 2
 Anlagentyp: N 149
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 149,10 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 125,4 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: Waldwege
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 104 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	4,1E-09	ja
120	OSO	nicht vorhanden	3,9E-09	ja
150	SSO	nicht vorhanden	3,1E-09	ja
180	S	nicht vorhanden	3,3E-09	ja
210	SSW	nicht vorhanden	5,7E-09	ja
240	WSW	nicht vorhanden	6,3E-09	ja
270	W	nicht vorhanden	4,8E-09	ja
300	WNW	nicht vorhanden	2,7E-09	ja
330	NNW	nicht vorhanden	-	nein
Gesamt		nicht vorhanden	6,3E-09	

Das Schutzobjekt Waldwege weist zur geplanten WEA 2 einen kürzesten Abstand von 104m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind O, OSO,SSO, S, SSW, WSW, W und WNW. Die WEA 2 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: 6,5 m/s
 k-Parameter: 2,385 [-]
 Häufigkeit %: 8,4 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

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: 237 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	2,714%	4,3167E-05	7,4670E-10	13	nicht vorhanden
2	6,753%	1,0739E-04	1,8576E-09	27	nicht vorhanden
3	10,735%	1,7072E-04	2,9530E-09	40	nicht vorhanden
4	13,681%	2,1756E-04	3,7633E-09	53	nicht vorhanden
5	14,944%	2,3765E-04	4,1108E-09	67	nicht vorhanden
6	14,375%	2,2860E-04	3,9542E-09	80	nicht vorhanden
7	12,328%	1,9605E-04	3,3912E-09	93	nicht vorhanden
8	9,481%	1,5077E-04	2,6080E-09	107	nicht vorhanden
9	6,555%	1,0424E-04	1,8031E-09	120	nicht vorhanden
10	4,077%	6,4834E-05	1,1215E-09	133	nicht vorhanden
11	2,280%	3,6262E-05	6,2726E-10	147	nicht vorhanden
12	1,146%	1,8220E-05	3,1516E-10	160	nicht vorhanden
13	0,516%	8,2121E-06	1,4205E-10	173	nicht vorhanden
14	0,208%	3,3148E-06	5,7339E-11	187	nicht vorhanden
15	0,075%	1,1961E-06	2,0690E-11	200	nicht vorhanden
16	0,024%	3,8508E-07	6,6611E-12	213	nicht vorhanden
17	0,007%	1,1040E-07	1,9096E-12	227	nicht vorhanden
18	0,002%	2,8127E-08	4,8653E-13	240	nicht vorhanden
19	0,000%	6,3556E-09	1,0994E-13	253	nicht vorhanden
20	0,000%	1,2712E-09	2,1989E-14	267	nicht vorhanden
21	0,000%	2,2462E-10	3,8854E-15	280	nicht vorhanden
22	0,000%	3,4992E-11	6,0529E-16	293	nicht vorhanden
23	0,000%	4,7969E-12	8,2976E-17	307	nicht vorhanden
24	0,000%	5,7755E-13	9,9903E-18	320	nicht vorhanden
25	0,000%	6,0957E-14	1,0544E-18	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,11E-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: 6,37 m/s
 k-Parameter: 2,525 [-]
 Häufigkeit %: 7,5 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

OSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes **1,73E-05**

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: 127 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	2,332%	3,3114E-05	5,7279E-10	13	nicht vorhanden
2	6,421%	9,1164E-05	1,5769E-09	27	nicht vorhanden
3	10,828%	1,5374E-04	2,6594E-09	40	nicht vorhanden
4	14,316%	2,0327E-04	3,5160E-09	53	nicht vorhanden
5	15,926%	2,2613E-04	3,9115E-09	67	nicht vorhanden
6	15,314%	2,1744E-04	3,7613E-09	80	nicht vorhanden
7	12,868%	1,8271E-04	3,1605E-09	93	nicht vorhanden
8	9,484%	1,3466E-04	2,3293E-09	107	nicht vorhanden
9	6,132%	8,7066E-05	1,5060E-09	120	nicht vorhanden
10	3,472%	4,9298E-05	8,5274E-10	133	nicht vorhanden
11	1,717%	2,4375E-05	4,2163E-10	147	nicht vorhanden
12	0,739%	1,0487E-05	1,8141E-10	160	nicht vorhanden
13	0,275%	3,9112E-06	6,7656E-11	173	nicht vorhanden
14	0,089%	1,2592E-06	2,1782E-11	187	nicht vorhanden
15	0,025%	3,4850E-07	6,0282E-12	200	nicht vorhanden
16	0,006%	8,2554E-08	1,4280E-12	213	nicht vorhanden
17	0,001%	1,6667E-08	2,8830E-13	227	nicht vorhanden
18	0,000%	2,8554E-09	4,9393E-14	240	nicht vorhanden
19	0,000%	4,1338E-10	7,1506E-15	253	nicht vorhanden
20	0,000%	5,0355E-11	8,7104E-16	267	nicht vorhanden
21	0,000%	5,1398E-12	8,8906E-17	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,3777E-13	7,5724E-18	293	nicht vorhanden
23	0,000%	3,0987E-14	5,3600E-19	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,8155E-15	3,1404E-20	320	nicht vorhanden
25	0,000%	8,7694E-17	1,5169E-21	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,91E-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:	SSO	6,12 m/s
k-Parameter:		2,674 [-]
Häufigkeit %:		5,5 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

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: 104 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	2,089%	2,1753E-05	3,7628E-10	13	nicht vorhanden
2	6,390%	6,6533E-05	1,1509E-09	27	nicht vorhanden
3	11,417%	1,1888E-04	2,0563E-09	40	nicht vorhanden
4	15,558%	1,6199E-04	2,8021E-09	53	nicht vorhanden
5	17,398%	1,8115E-04	3,1336E-09	67	nicht vorhanden
6	16,373%	1,7048E-04	2,9489E-09	80	nicht vorhanden
7	13,064%	1,3602E-04	2,3529E-09	93	nicht vorhanden
8	8,835%	9,1995E-05	1,5913E-09	107	nicht vorhanden
9	5,044%	5,2519E-05	9,0846E-10	120	nicht vorhanden
10	2,415%	2,5150E-05	4,3504E-10	133	nicht vorhanden
11	0,963%	1,0028E-05	1,7346E-10	147	nicht vorhanden
12	0,317%	3,3020E-06	5,7118E-11	160	nicht vorhanden
13	0,086%	8,9042E-07	1,5402E-11	173	nicht vorhanden
14	0,019%	1,9492E-07	3,3717E-12	187	nicht vorhanden
15	0,003%	3,4336E-08	5,9394E-13	200	nicht vorhanden
16	0,000%	4,8243E-09	8,3450E-14	213	nicht vorhanden
17	0,000%	5,3590E-10	9,2699E-15	227	nicht vorhanden
18	0,000%	4,6654E-11	8,0700E-16	240	nicht vorhanden
19	0,000%	3,1554E-12	5,4581E-17	253	nicht vorhanden
20	0,000%	1,6437E-13	2,8432E-18	267	nicht vorhanden
21	0,000%	6,5386E-15	1,1310E-19	280	nicht vorhanden
22	0,000%	1,9695E-16	3,4067E-21	293	nicht vorhanden
23	0,000%	4,4541E-18	7,7047E-23	307	nicht vorhanden
24	0,000%	7,5010E-20	1,2975E-24	320	nicht vorhanden
25	0,000%	9,3292E-22	1,6138E-26	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,13E-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):

S

A-Parameter: 7,11 m/s
 k-Parameter: 2,4 [-]
 Häufigkeit %: 7,4 %
 Vereisungstage am Standort: 6,91 Tage/Jahr
 Häufigkeit der Vereisung am Standort %: 1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

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: 104 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	2,147%	3,0076E-05	5,2025E-10	13	nicht vorhanden
2	5,451%	7,6365E-05	1,3209E-09	27	nicht vorhanden
3	8,891%	1,2455E-04	2,1545E-09	40	nicht vorhanden
4	11,733%	1,6437E-04	2,8432E-09	53	nicht vorhanden
5	13,419%	1,8799E-04	3,2518E-09	67	nicht vorhanden
6	13,682%	1,9168E-04	3,3156E-09	80	nicht vorhanden
7	12,604%	1,7658E-04	3,0544E-09	93	nicht vorhanden
8	10,560%	1,4794E-04	2,5590E-09	107	nicht vorhanden
9	8,072%	1,1308E-04	1,9561E-09	120	nicht vorhanden
10	5,637%	7,8969E-05	1,3660E-09	133	nicht vorhanden
11	3,597%	5,0387E-05	8,7159E-10	147	nicht vorhanden
12	2,096%	2,9361E-05	5,0789E-10	160	nicht vorhanden
13	1,114%	1,5610E-05	2,7002E-10	173	nicht vorhanden
14	0,540%	7,5630E-06	1,3082E-10	187	nicht vorhanden
15	0,238%	3,3344E-06	5,7678E-11	200	nicht vorhanden
16	0,095%	1,3358E-06	2,3106E-11	213	nicht vorhanden
17	0,035%	4,8543E-07	8,3969E-12	227	nicht vorhanden
18	0,011%	1,5978E-07	2,7638E-12	240	nicht vorhanden
19	0,003%	4,7553E-08	8,2257E-13	253	nicht vorhanden
20	0,001%	1,2776E-08	2,2099E-13	267	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0932E-09	5,3506E-14	280	nicht vorhanden
22	0,000%	6,7383E-10	1,1656E-14	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,3185E-10	2,2807E-15	307	nicht vorhanden
24	0,000%	2,3136E-11	4,0019E-16	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,6348E-12	6,2873E-17	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,32E-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:	7,91 m/s
k-Parameter:	2,553 [-]
Häufigkeit %:	13,5 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

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: 118 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	1,294%	3,3061E-05	5,7188E-10	13	nicht vorhanden
2	3,703%	9,4634E-05	1,6369E-09	27	nicht vorhanden
3	6,583%	1,6825E-04	2,9103E-09	40	nicht vorhanden
4	9,394%	2,4008E-04	4,1528E-09	53	nicht vorhanden
5	11,611%	2,9674E-04	5,1329E-09	67	nicht vorhanden
6	12,824%	3,2774E-04	5,6691E-09	80	nicht vorhanden
7	12,840%	3,2815E-04	5,6763E-09	93	nicht vorhanden
8	11,735%	2,9992E-04	5,1879E-09	107	nicht vorhanden
9	9,820%	2,5097E-04	4,3413E-09	120	nicht vorhanden
10	7,530%	1,9245E-04	3,3290E-09	133	nicht vorhanden
11	5,289%	1,3518E-04	2,3383E-09	147	nicht vorhanden
12	3,399%	8,6874E-05	1,5027E-09	160	nicht vorhanden
13	1,995%	5,0994E-05	8,8207E-10	173	nicht vorhanden
14	1,068%	2,7285E-05	4,7197E-10	187	nicht vorhanden
15	0,520%	1,3278E-05	2,2969E-10	200	nicht vorhanden
16	0,229%	5,8636E-06	1,0143E-10	213	nicht vorhanden
17	0,092%	2,3438E-06	4,0542E-11	227	nicht vorhanden
18	0,033%	8,4589E-07	1,4632E-11	240	nicht vorhanden
19	0,011%	2,7496E-07	4,7562E-12	253	nicht vorhanden
20	0,003%	8,0294E-08	1,3889E-12	267	nicht vorhanden
21	0,001%	2,1011E-08	3,6344E-13	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,9141E-09	8,5003E-14	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,0247E-09	1,7725E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	1,9003E-10	3,2871E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,1264E-11	5,4079E-16	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			5,68E-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:	9,16 m/s
k-Parameter:	2,51 [-]
Häufigkeit %:	17,6 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 203 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	0,963%	3,2088E-05	5,5505E-10	13	nicht vorhanden
2	2,694%	8,9751E-05	1,5525E-09	27	nicht vorhanden
3	4,780%	1,5926E-04	2,7548E-09	40	nicht vorhanden
4	6,921%	2,3059E-04	3,9888E-09	53	nicht vorhanden
5	8,825%	2,9406E-04	5,0865E-09	67	nicht vorhanden
6	10,237%	3,4108E-04	5,8999E-09	80	nicht vorhanden
7	10,972%	3,6559E-04	6,3239E-09	93	nicht vorhanden
8	10,960%	3,6519E-04	6,3170E-09	107	nicht vorhanden
9	10,250%	3,4152E-04	5,9075E-09	120	nicht vorhanden
10	8,996%	2,9973E-04	5,1846E-09	133	nicht vorhanden
11	7,417%	2,4714E-04	4,2749E-09	147	nicht vorhanden
12	5,747%	1,9150E-04	3,3126E-09	160	nicht vorhanden
13	4,184%	1,3942E-04	2,4117E-09	173	nicht vorhanden
14	2,860%	9,5310E-05	1,6487E-09	187	nicht vorhanden
15	1,835%	6,1128E-05	1,0574E-09	200	nicht vorhanden
16	1,103%	3,6745E-05	6,3561E-10	213	nicht vorhanden
17	0,621%	2,0679E-05	3,5769E-10	227	nicht vorhanden
18	0,327%	1,0881E-05	1,8822E-10	240	nicht vorhanden
19	0,160%	5,3472E-06	9,2495E-11	253	nicht vorhanden
20	0,074%	2,4507E-06	4,2392E-11	267	nicht vorhanden
21	0,031%	1,0462E-06	1,8097E-11	280	nicht vorhanden
22	0,012%	4,1542E-07	7,1858E-12	293	nicht vorhanden
23	0,005%	1,5323E-07	2,6505E-12	307	nicht vorhanden
24	0,002%	5,2430E-08	9,0691E-13	320	nicht vorhanden
25	0,000%	1,6619E-08	2,8748E-13	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			6,32E-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:	W	9,3 m/s
k-Parameter:		2,197 [-]
Häufigkeit %:		15 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 197 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	1,625%	4,6144E-05	7,9818E-10	13	nicht vorhanden
2	3,627%	1,0300E-04	1,7817E-09	27	nicht vorhanden
3	5,611%	1,5933E-04	2,7561E-09	40	nicht vorhanden
4	7,357%	2,0892E-04	3,6138E-09	53	nicht vorhanden
5	8,703%	2,4713E-04	4,2748E-09	67	nicht vorhanden
6	9,543%	2,7101E-04	4,6878E-09	80	nicht vorhanden
7	9,840%	2,7943E-04	4,8336E-09	93	nicht vorhanden
8	9,618%	2,7313E-04	4,7246E-09	107	nicht vorhanden
9	8,958%	2,5437E-04	4,4001E-09	120	nicht vorhanden
10	7,975%	2,2646E-04	3,9172E-09	133	nicht vorhanden
11	6,802%	1,9315E-04	3,3410E-09	147	nicht vorhanden
12	5,566%	1,5806E-04	2,7341E-09	160	nicht vorhanden
13	4,375%	1,2424E-04	2,1490E-09	173	nicht vorhanden
14	3,305%	9,3863E-05	1,6236E-09	187	nicht vorhanden
15	2,402%	6,8197E-05	1,1797E-09	200	nicht vorhanden
16	1,679%	4,7666E-05	8,2452E-10	213	nicht vorhanden
17	1,129%	3,2057E-05	5,5452E-10	227	nicht vorhanden
18	0,731%	2,0748E-05	3,5889E-10	240	nicht vorhanden
19	0,455%	1,2923E-05	2,2354E-10	253	nicht vorhanden
20	0,273%	7,7469E-06	1,3400E-10	267	nicht vorhanden
21	0,157%	4,4692E-06	7,7307E-11	280	nicht vorhanden
22	0,087%	2,4811E-06	4,2917E-11	293	nicht vorhanden
23	0,047%	1,3254E-06	2,2926E-11	307	nicht vorhanden
24	0,024%	6,8119E-07	1,1783E-11	320	nicht vorhanden
25	0,012%	3,3681E-07	5,8260E-12	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,83E-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:	8,25 m/s
k-Parameter:	2,283 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,73E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 365 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	1,831%	2,5654E-05	4,4375E-10	13	nicht vorhanden
2	4,319%	6,0505E-05	1,0466E-09	27	nicht vorhanden
3	6,843%	9,5868E-05	1,6583E-09	40	nicht vorhanden
4	9,026%	1,2645E-04	2,1873E-09	53	nicht vorhanden
5	10,582%	1,4825E-04	2,5644E-09	67	nicht vorhanden
6	11,342%	1,5890E-04	2,7485E-09	80	nicht vorhanden
7	11,273%	1,5793E-04	2,7318E-09	93	nicht vorhanden
8	10,473%	1,4672E-04	2,5379E-09	107	nicht vorhanden
9	9,137%	1,2800E-04	2,2142E-09	120	nicht vorhanden
10	7,507%	1,0517E-04	1,8191E-09	133	nicht vorhanden
11	5,818%	8,1508E-05	1,4099E-09	147	nicht vorhanden
12	4,258%	5,9652E-05	1,0318E-09	160	nicht vorhanden
13	2,944%	4,1247E-05	7,1348E-10	173	nicht vorhanden
14	1,924%	2,6952E-05	4,6621E-10	187	nicht vorhanden
15	1,188%	1,6643E-05	2,8789E-10	200	nicht vorhanden
16	0,693%	9,7112E-06	1,6798E-10	213	nicht vorhanden
17	0,382%	5,3528E-06	9,2592E-11	227	nicht vorhanden
18	0,199%	2,7863E-06	4,8197E-11	240	nicht vorhanden
19	0,098%	1,3691E-06	2,3683E-11	253	nicht vorhanden
20	0,045%	6,3482E-07	1,0981E-11	267	nicht vorhanden
21	0,020%	2,7762E-07	4,8022E-12	280	nicht vorhanden
22	0,008%	1,1446E-07	1,9798E-12	293	nicht vorhanden
23	0,003%	4,4464E-08	7,6913E-13	307	nicht vorhanden
24	0,001%	1,6268E-08	2,8141E-13	320	nicht vorhanden
25	0,000%	5,6030E-09	9,6920E-14	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,75E-09		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 20.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp:
 Nennleistung:
 Rotordurchmesser:
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung):
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

2
 N 149
 5,7 MW
 149,10 m
 125,4 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

Schutzobjekt:

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

Risikobewertung nach:

- 1-Kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko



Legende

- WEA 2 beantragt
- Rotorrecht WEA 2
- ⊗ Zuwegung dauerhaft
- ⊠ Gefährdungsbereich Eiswurf (Rotorblattabwurf $1,5 \times (RD + NH) = 411,75m$)
- Eisfall_Sektoren**
- Windsektor
- ▨ betroffener Windsektor
- Schutzobjekte**
- Radweg
- Waldweg
- L072
- Gemeindeweg
- Photovoltaikanlage



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
Rechtswert: 26520180
Hochwert: 59341770
Höhe über Grund/Nabenhöhe: 145 m

Sektor	A-Parameter	k-Parameter	Häufigkeit	Mittlere	
				Windgeschwindigkeit	
	[m/s]	[-]	[%]	[m/s]	
0	N	5,07	2,119	4,3	4,49
30	NNO	5,37	2,174	3,9	4,76
60	ONO	6,5	2,17	5,4	5,76
90	O	6,5	2,385	8,4	5,76
120	OSO	6,37	2,525	7,5	5,65
150	SSO	6,12	2,674	5,5	5,44
180	S	7,11	2,4	7,4	6,3
210	SSW	7,91	2,553	13,5	7,02
240	WSW	9,16	2,51	17,6	8,13
270	W	9,3	2,197	15	8,24
300	WNW	8,25	2,283	7,4	7,31
330	NNW	5,61	1,963	4,1	4,97
Gesamt	7,59	2,11	100	6,72	

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,59 m/s
k-Parameter: 2,11
mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,72 m/s

Klimadaten am Standort:

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

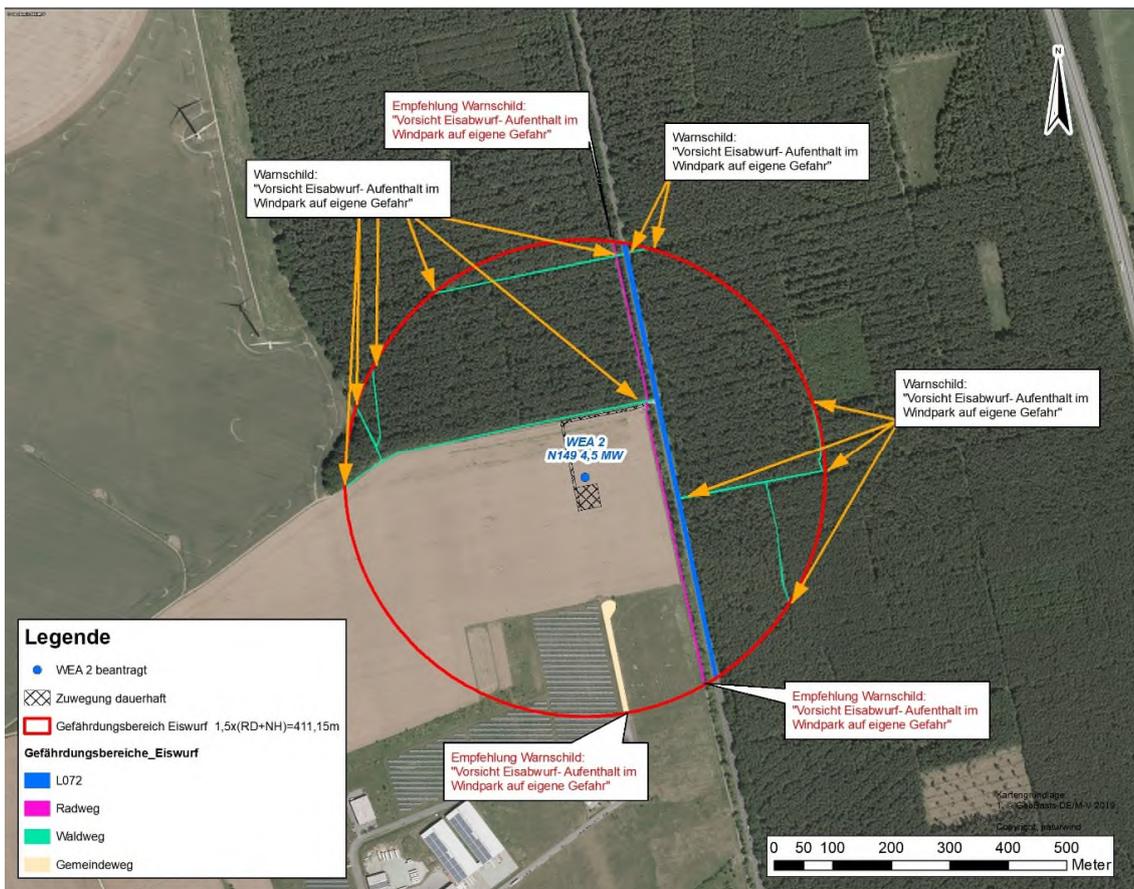
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, 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 Nabhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. "

Es ergibt sich folgender Abstand
 von den geplanten WEA

zu Schutzobjekten für das Projekt:	Lübesse
Rotordurchmesser geplante WEA:	149,10 m
Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	125,40 m
Abstand:	411,75 m



Abstand Schutzobjekt: 215 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

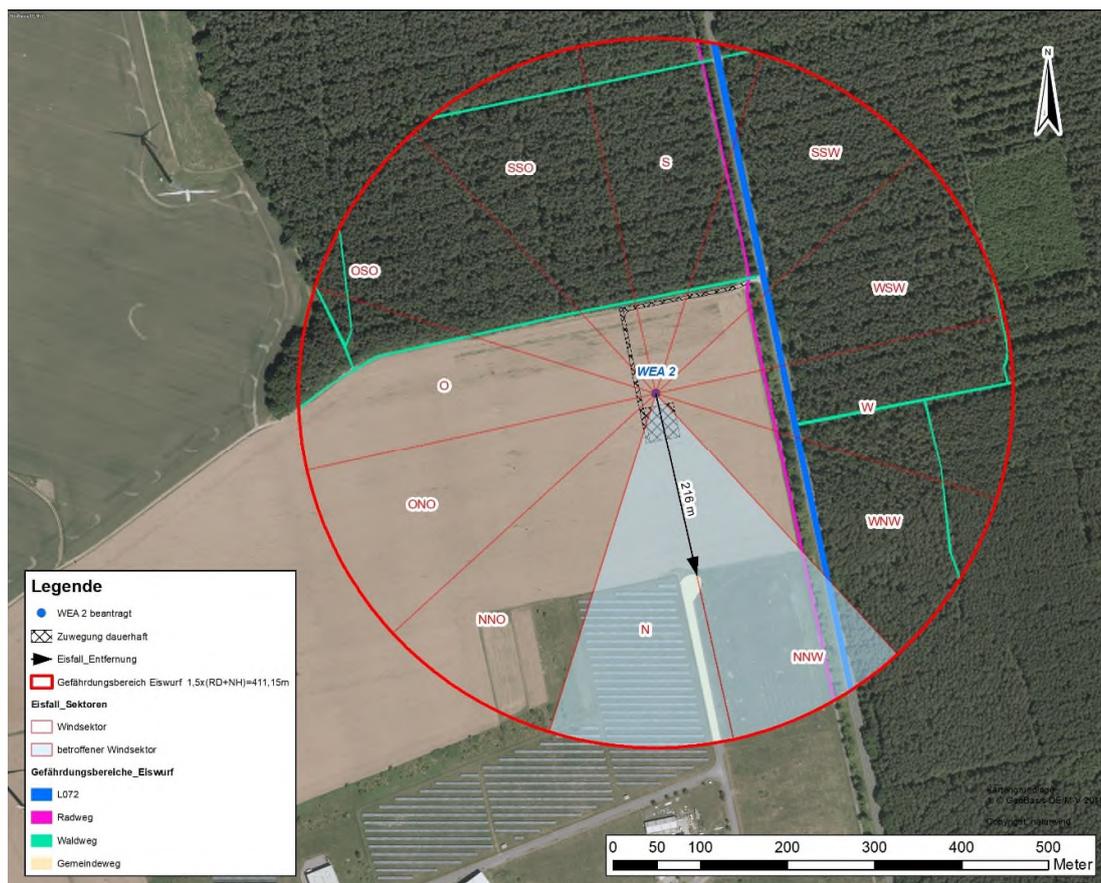
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	
Kategorie			worst case Ansatz
Anzahl der Personen pro Tag		50	wikipedia
Durchschnittsgeschwindigkeit (Fußgänger)	km/h	3,6	graphisch bestimmt
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	192	
Auslastung		100%	
Aufenthaltszeit für 1 Person	s	192	
Aufenthaltszeit für n Personen	s	9600	
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		3,04E-04	
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich (Gemeindeweg)	m ²	1925	graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes (Gemeindeweg)	m	192	
maximale gleichzeitige Anzahl von Personen im Gefahrenbereich		25	worst case Ansatz
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	0,5	Person
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	12,5	
Trefferwahrscheinlichkeit		6,49E-03	
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,98E-06	



Zusammenfassung

Projekt: Lübesse
 Antragsteller: naturwind Schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 20.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA: 2
 Anlagentyp: N 149
 Nennleistung: 5,70 MW
 Rotordurchmesser: 149,10 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 125,4 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: Gemeindeweg
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 215 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	2,8E-10	ja
30	NNO	nicht vorhanden	-	nein
60	ONO	nicht vorhanden	-	nein
90	O	nicht vorhanden	-	nein
120	OSO	nicht vorhanden	-	nein
150	SSO	nicht vorhanden	-	nein
180	S	nicht vorhanden	-	nein
210	SSW	nicht vorhanden	-	nein
240	WSW	nicht vorhanden	-	nein
270	W	nicht vorhanden	-	nein
300	WNW	nicht vorhanden	-	nein
330	NNW	nicht vorhanden	2,3E-10	ja
Gesamt		nicht vorhanden	2,8E-10	

Das Schutzobjekt Gemeindeweg weist zur geplanten WEA 2 einen kürzesten Abstand von 215m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind N und NNW. Die WEA 2 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:	N
k-Parameter:	5,07 m/s
Häufigkeit %:	2,119 [-]
Vereisungstage am Standort:	4,3 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,98E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

215 m

Risikobewertung nach:

- 1-kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko

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	6,581%	5,3573E-05	1,0590E-10	13	nicht vorhanden
2	12,840%	1,0453E-04	2,0662E-10	27	nicht vorhanden
3	16,721%	1,3612E-04	2,6907E-10	40	nicht vorhanden
4	17,503%	1,4249E-04	2,8165E-10	53	nicht vorhanden
5	15,584%	1,2686E-04	2,5077E-10	67	nicht vorhanden
6	12,090%	9,8418E-05	1,9455E-10	80	nicht vorhanden
7	8,272%	6,7339E-05	1,3311E-10	93	nicht vorhanden
8	5,025%	4,0909E-05	8,0865E-11	107	nicht vorhanden
9	2,721%	2,2152E-05	4,3789E-11	120	nicht vorhanden
10	1,317%	1,0718E-05	2,1186E-11	133	nicht vorhanden
11	0,570%	4,6394E-06	9,1707E-12	147	nicht vorhanden
12	0,221%	1,7983E-06	3,5547E-12	160	nicht vorhanden
13	0,077%	6,2445E-07	1,2344E-12	173	nicht vorhanden
14	0,024%	1,9428E-07	3,8404E-13	187	nicht vorhanden
15	0,007%	5,4161E-08	1,0706E-13	200	nicht vorhanden
16	0,002%	1,3526E-08	2,6738E-14	213	nicht vorhanden
17	0,000%	3,0259E-09	5,9813E-15	227	nicht vorhanden
18	0,000%	6,0614E-10	1,1982E-15	240	nicht vorhanden
19	0,000%	1,0870E-10	2,1486E-16	253	nicht vorhanden
20	0,000%	1,7443E-11	3,4480E-17	267	nicht vorhanden
21	0,000%	2,5041E-12	4,9498E-18	280	nicht vorhanden
22	0,000%	3,2146E-13	6,3543E-19	293	nicht vorhanden
23	0,000%	3,6889E-14	7,2918E-20	307	nicht vorhanden
24	0,000%	3,7825E-15	7,4770E-21	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,4644E-16	6,8481E-22	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,82E-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:	5,61 m/s
k-Parameter:	1,963 [-]
Häufigkeit %:	4,1 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

NNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,98E-06

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 215 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	6,427%	4,9885E-05	9,8608E-11	13	nicht vorhanden
2	11,357%	8,8150E-05	1,7425E-10	27	nicht vorhanden
3	14,291%	1,1093E-04	2,1927E-10	40	nicht vorhanden
4	15,098%	1,1719E-04	2,3165E-10	53	nicht vorhanden
5	14,105%	1,0948E-04	2,1641E-10	67	nicht vorhanden
6	11,927%	9,2575E-05	1,8299E-10	80	nicht vorhanden
7	9,244%	7,1755E-05	1,4184E-10	93	nicht vorhanden
8	6,618%	5,1370E-05	1,0154E-10	107	nicht vorhanden
9	4,398%	3,4138E-05	6,7482E-11	120	nicht vorhanden
10	2,723%	2,1132E-05	4,1772E-11	133	nicht vorhanden
11	1,574%	1,2215E-05	2,4146E-11	147	nicht vorhanden
12	0,851%	6,6061E-06	1,3058E-11	160	nicht vorhanden
13	0,431%	3,3474E-06	6,6169E-12	173	nicht vorhanden
14	0,205%	1,5911E-06	3,1452E-12	187	nicht vorhanden
15	0,091%	7,1015E-07	1,4038E-12	200	nicht vorhanden
16	0,038%	2,9783E-07	5,8873E-13	213	nicht vorhanden
17	0,015%	1,1745E-07	2,3217E-13	227	nicht vorhanden
18	0,006%	4,3578E-08	8,6142E-14	240	nicht vorhanden
19	0,002%	1,5219E-08	3,0084E-14	253	nicht vorhanden
20	0,001%	5,0053E-09	9,8941E-15	267	nicht vorhanden
21	0,000%	1,5507E-09	3,0653E-15	280	nicht vorhanden
22	0,000%	4,5273E-10	8,9491E-16	293	nicht vorhanden
23	0,000%	1,2459E-10	2,4627E-16	307	nicht vorhanden
24	0,000%	3,2327E-11	6,3901E-17	320	nicht vorhanden
25	0,000%	7,9106E-12	1,5637E-17	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,32E-10		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 20.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA:

Anlagentyp:
 Nennleistung:
 Rotordurchmesser:
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

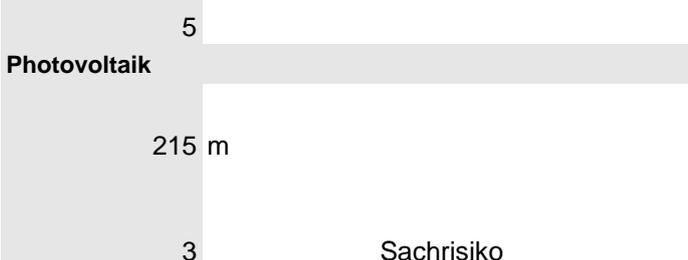
2
 N 149
 5,7 MW
 149,10 m
 125,4 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

Schutzobjekt:

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

- 1-Kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko
- 3-Sachrisiko



Legende

- WEA 2 beantragt
- Rotorecht WEA 2
- ⊗ Zuwegung dauerhaft
- ⊠ Gefährdungsbereich Eiswurf (Rotorblattabwurf 1,5x(RD+NH)=411,75m)
- Eisfall_Sektoren**
- Windsektor
- betroffener Windsektor
- Schutzobjekte**
- Radweg
- Waldweg
- L072
- Gemeindeweg
- Photovoltaikanlage



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
 Rechtswert: 26520180
 Hochwert: 59341770
 Höhe über Grund/Nabenhöhe: 145 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	5,07	2,119	4,3	4,49
30	NNO	5,37	2,174	3,9	4,76
60	ONO	6,5	2,17	5,4	5,76
90	O	6,5	2,385	8,4	5,76
120	OSO	6,37	2,525	7,5	5,65
150	SSO	6,12	2,674	5,5	5,44
180	S	7,11	2,4	7,4	6,3
210	SSW	7,91	2,553	13,5	7,02
240	WSW	9,16	2,51	17,6	8,13
270	W	9,3	2,197	15	8,24
300	WNW	8,25	2,283	7,4	7,31
330	NNW	5,61	1,963	4,1	4,97
Gesamt		7,59	2,11	100	6,72

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,59 m/s
 k-Parameter: 2,11
 mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,72 m/s

Klimadaten am Standort:

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

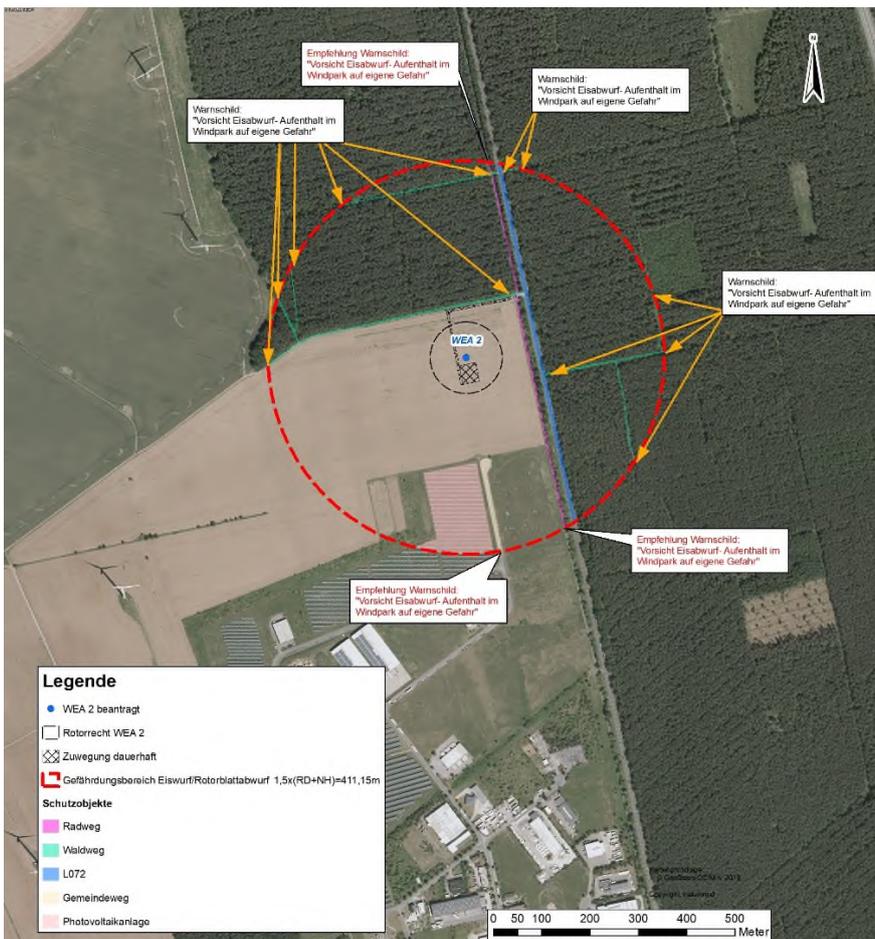
- /1/ Wichura, B., The Spatial Distribution of Icing in Germany Estimated by the Analysis of Weather Station Data and of Direct Measurements of Icing, Proceedings of the 15th International Workshop On Atmospheric Icing Of Structures (IWAIS 2013). Compusult Ltd., St. John's, Newfoundland and Labrador, 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 $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser plus Nabenhöhe})$ gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. "

Es ergibt sich folgender Abstand
von den geplanten WEA

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



Abstand Schutzobjekt: 215 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

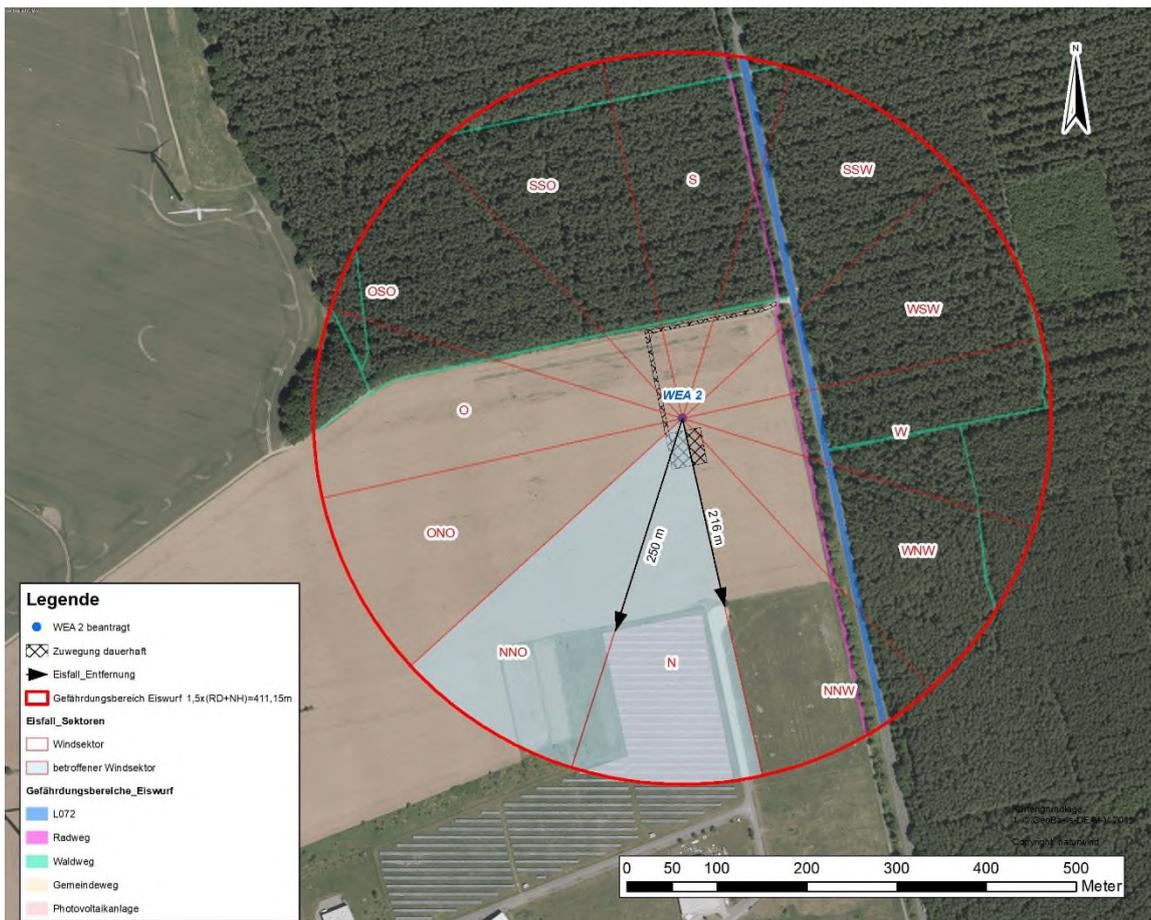
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	Sachgut		
	PV	Photovoltaik	
Kategorie			
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich	m ²	21482	graphisch bestimmt
Trefferfläche (50 % für PV-Module)	m ²	10741	PV Fläche
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	10741	
Trefferwahrscheinlichkeit		5,00E-01	
Gefährdungswahrscheinlichkeit		5,00E-01	



Zusammenfassung

Projekt:	Lübesse
Antragsteller:	naturwind Schwerin GmbH
Adresse:	Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
Bearbeitungsdatum:	20.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplante WEA:	2
Anlagentyp:	N 149
Nennleistung:	5,70 MW
Rotordurchmesser:	149,10 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenthöhung):	125,4 m
Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:	25 m/s

Schutzobjekt:	Photovoltaik
minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt:	215 m
Risikobewertung nach:	3 Sachrisiko

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	7,1E-05	ja
30	NNO	nicht vorhanden	-	ja
60	ONO	nicht vorhanden	-	nein
90	O	nicht vorhanden	-	nein
120	OSO	nicht vorhanden	-	nein
150	SSO	nicht vorhanden	-	nein
180	S	nicht vorhanden	-	nein
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	7,1E-05	entspricht 1 Ereignis in 14084 Jahren

Das Schutzobjekt Photovoltaikfläche weist zur geplanten WEA 2 einen kürzesten Abstand von 215m auf. Die relevante Windrichtung zum Schutzobjekt ist N. Die WEA 2 ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Analog zum angrenzenden Gemeindeweg liegt beim individuellen Risiko zur Gefährdung durch Eisfall am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor keine Gefährdung durch die geplante WEA vor (s. Anhang 2). Das hier betrachtete Sachrisiko ist mit einer Gefährdungswahrscheinlichkeit von 1 Eisfallereignis in 14.084 Jahren als nicht vorhanden einzustufen. 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:	N
k-Parameter:	5,07 m/s
Häufigkeit %:	2,119 [-]
Vereisungstage am Standort:	4,3 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

5,00E-01

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

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

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: Risikobewertung nach:

216 m

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	3

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	6,581%	5,3573E-05	2,6786E-05	13	nicht vorhanden
2	12,840%	1,0453E-04	5,2263E-05	27	nicht vorhanden
3	16,721%	1,3612E-04	6,8059E-05	40	nicht vorhanden
4	17,503%	1,4249E-04	7,1243E-05	53	nicht vorhanden
5	15,584%	1,2686E-04	6,3431E-05	67	nicht vorhanden
6	12,090%	9,8418E-05	4,9209E-05	80	nicht vorhanden
7	8,272%	6,7339E-05	3,3669E-05	93	nicht vorhanden
8	5,025%	4,0909E-05	2,0454E-05	107	nicht vorhanden
9	2,721%	2,2152E-05	1,1076E-05	120	nicht vorhanden
10	1,317%	1,0718E-05	5,3588E-06	133	nicht vorhanden
11	0,570%	4,6394E-06	2,3197E-06	147	nicht vorhanden
12	0,221%	1,7983E-06	8,9915E-07	160	nicht vorhanden
13	0,077%	6,2445E-07	3,1222E-07	173	nicht vorhanden
14	0,024%	1,9428E-07	9,7142E-08	187	nicht vorhanden
15	0,007%	5,4161E-08	2,7080E-08	200	nicht vorhanden
16	0,002%	1,3526E-08	6,7632E-09	213	nicht vorhanden
17	0,000%	3,0259E-09	1,5129E-09	227	nicht vorhanden
18	0,000%	6,0614E-10	3,0307E-10	240	nicht vorhanden
19	0,000%	1,0870E-10	5,4348E-11	253	nicht vorhanden
20	0,000%	1,7443E-11	8,7215E-12	267	nicht vorhanden
21	0,000%	2,5041E-12	1,2520E-12	280	nicht vorhanden
22	0,000%	3,2146E-13	1,6073E-13	293	nicht vorhanden
23	0,000%	3,6889E-14	1,8444E-14	307	nicht vorhanden
24	0,000%	3,7825E-15	1,8913E-15	320	nicht vorhanden
25	0,000%	3,4644E-16	1,7322E-16	333	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			7,12E-05		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lübesse

naturwind Schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 20.01.2021

Antrag:

1 WEA N 149

Untersuchung zur Bestands- WEA:

Anlagentyp:
 Nennleistung:
 Rotordurchmesser:
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

25
 Nordex S77
 1,5 MW
 77,00 m
 90 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

6

Schutzobjekt:

Waldwege

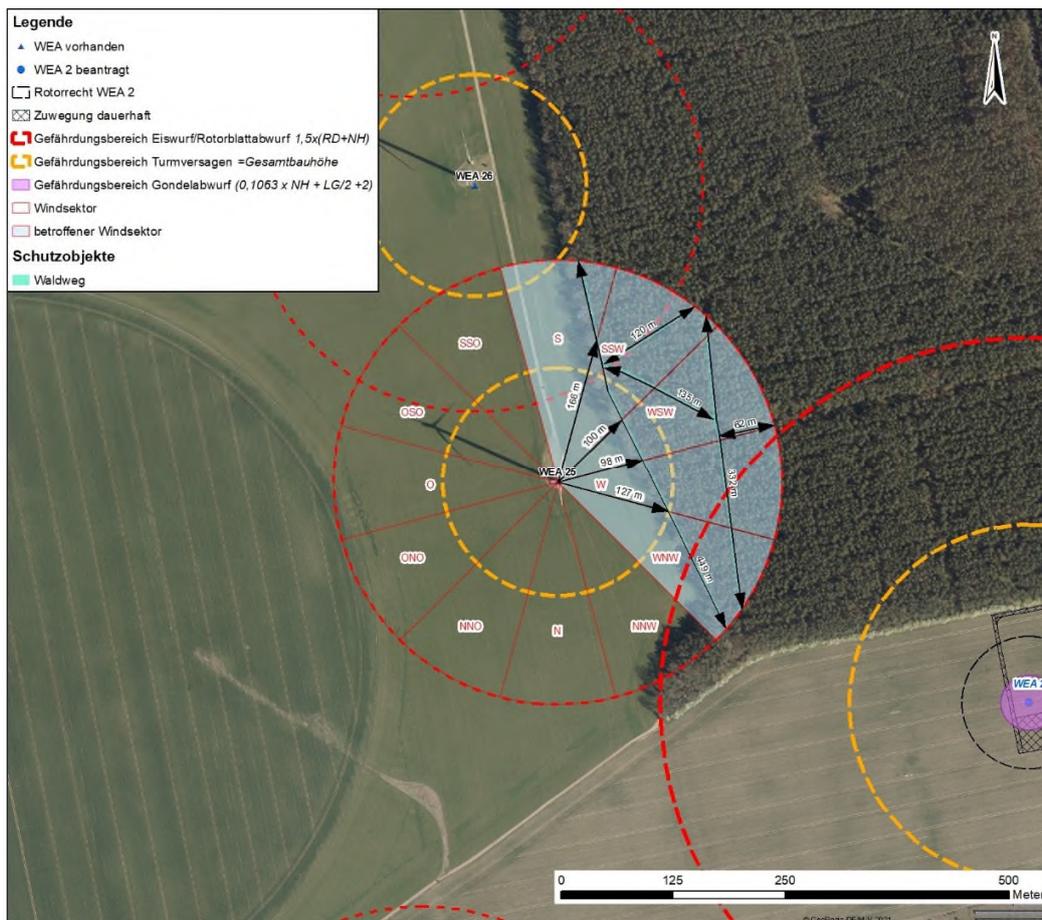
minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

98 m

Risikobewertung nach:

- 1-Kollektives Risiko
- 2-individuelles Risiko

2



Windverteilung:

Quelle: Plankon, PK 2018048-UTA 29.11.2018
 Umrechnung auf 90m NH

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone: 33
 Rechtswert: 26520180
 Hochwert: 59341770
 Höhe über Grund/Nabenhöhe: 90 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	4,78	2,12	4,30	0
30	NNO	5,07	2,17	3,90	0
60	ONO	6,15	2,17	5,40	0
90	O	6,15	2,39	8,40	0
120	OSO	6,04	2,53	7,50	0
150	SSO	5,79	2,67	5,50	0
180	S	6,73	2,40	7,40	0
210	SSW	7,47	2,55	13,50	0
240	WSW	8,65	2,51	17,60	0
270	W	8,84	2,20	15,00	0
300	WNW	7,83	2,28	7,40	0
330	NNW	5,29	1,96	4,10	0
Gesamt		7,17	2,11	100,00	6,35

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} : 7,17 m/s
 k-Parameter: 2,11
 mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} : 6,35 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 der bestehenden WEA

zu Schutzobjekten für das Projekt:	Lübesse
Rotordurchmesser Bestand- WEA:	77,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	90,00 m
Abstand:	250,5 m

Abstand Schutzobjekt: 98 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

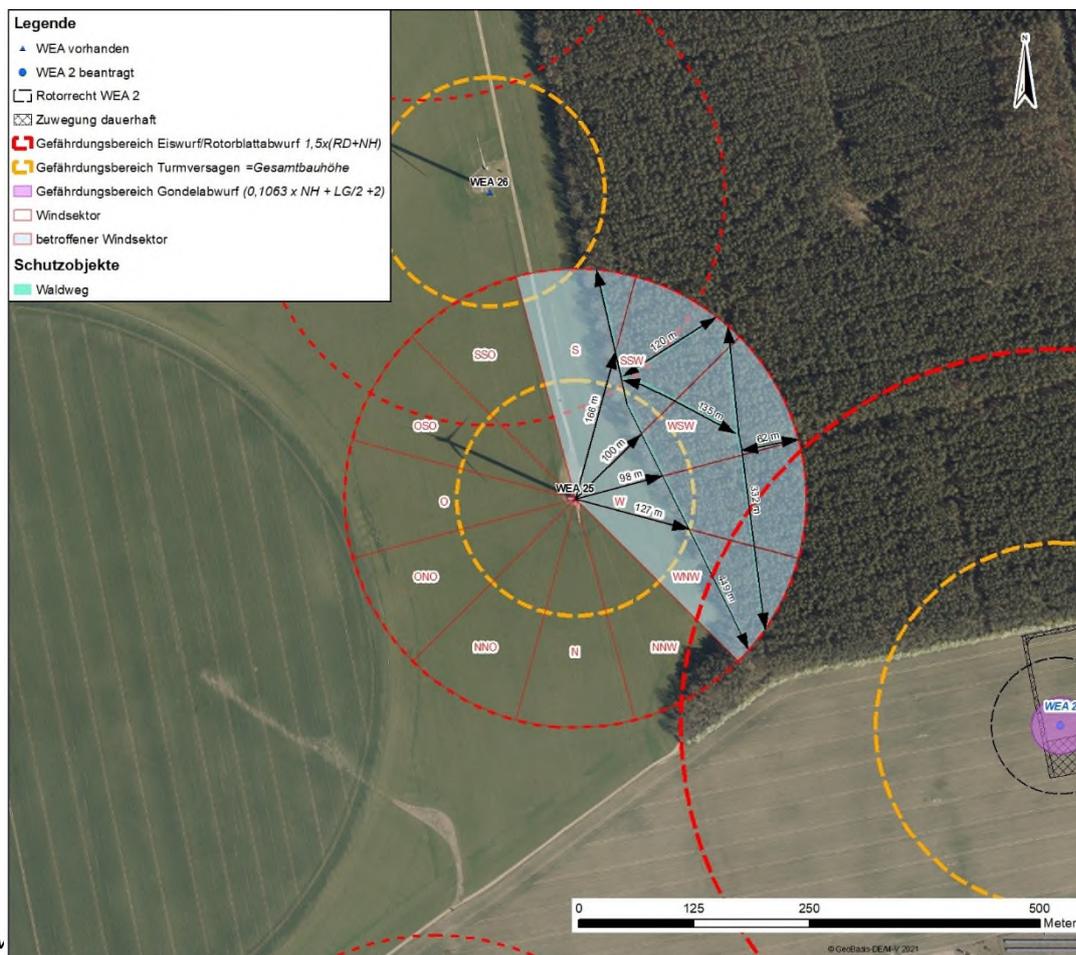
Annahme: Die WEA ist mit einer Eiserkennung ausgestattet.

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	Weg	
	Waldwege	Messtelle
Kategorie		
Anzahl der Personen pro Tag	50	Schätzung
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	3,6
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	1098
Auslastung		100%
Aufenthaltszeit für 1 Person	s	1098
Aufenthaltszeit für n Personen	s	54900
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		1,74E-03
Fläche Schutzobjekt im Gefahrenbereich (Waldwege)	m ²	2981
Länge des Schutzobjektes (Weg, Straße)	m	1098
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		50
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	0,5
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	25
Trefferwahrscheinlichkeit		8,39E-03
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,46E-05



/6/ V

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

Zusammenfassung

Projekt: Lübesse
 Antragsteller: naturwind Schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 20.01.2021

Antrag: 1 WEA N 149

Untersuchung zur geplanten WEA: 25
 Anlagentyp: Nordex S77
 Nennleistung: 1,50 MW
 Rotordurchmesser: 77,00 m
 Nabhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 90 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

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

Eiswurf:

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.
 Die WEA ist mit einer 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	-	nein
180	S	nicht vorhanden	2,9E-09	ja
210	SSW	nicht vorhanden	5,1E-09	ja
240	WSW	nicht vorhanden	5,7E-09	ja
270	W	nicht vorhanden	4,3E-09	ja
300	WNW	nicht vorhanden	2,5E-09	ja
330	NNW	nicht vorhanden	-	nein
Gesamt	nicht vorhanden	5,7E-09		

Das Schutzobjekt Waldwege weist zur bestehenden WEA 25 einen kürzesten Abstand von 98m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind S, SSW, WSW, W und WNW. Maßnahmen zur Eiserkennungssystem sind 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:	S 6,73 m/s
k-Parameter:	2,4 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,46E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	77 m
H - Nabenhöhe:	90 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 116 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	2,446%	3,4270E-05	5,0034E-10	9	nicht vorhanden
2	6,177%	8,6542E-05	1,2635E-09	17	nicht vorhanden
3	9,965%	1,3960E-04	2,0382E-09	26	nicht vorhanden
4	12,920%	1,8100E-04	2,6426E-09	34	nicht vorhanden
5	14,411%	2,0188E-04	2,9474E-09	43	nicht vorhanden
6	14,213%	1,9912E-04	2,9071E-09	51	nicht vorhanden
7	12,555%	1,7589E-04	2,5679E-09	60	nicht vorhanden
8	9,993%	1,4000E-04	2,0439E-09	69	nicht vorhanden
9	7,186%	1,0067E-04	1,4698E-09	77	nicht vorhanden
10	4,672%	6,5457E-05	9,5565E-10	86	nicht vorhanden
11	2,746%	3,8473E-05	5,6170E-10	94	nicht vorhanden
12	1,458%	2,0423E-05	2,9816E-10	103	nicht vorhanden
13	0,698%	9,7774E-06	1,4275E-10	111	nicht vorhanden
14	0,301%	4,2151E-06	6,1540E-11	120	nicht vorhanden
15	0,117%	1,6335E-06	2,3848E-11	129	nicht vorhanden
16	0,041%	5,6795E-07	8,2919E-12	137	nicht vorhanden
17	0,013%	1,7684E-07	2,5818E-12	146	nicht vorhanden
18	0,004%	4,9211E-08	7,1847E-13	154	nicht vorhanden
19	0,001%	1,2216E-08	1,7835E-13	163	nicht vorhanden
20	0,000%	2,6996E-09	3,9414E-14	171	nicht vorhanden
21	0,000%	5,3010E-10	7,7393E-15	180	nicht vorhanden
22	0,000%	9,2309E-11	1,3477E-15	188	nicht vorhanden
23	0,000%	1,4228E-11	2,0772E-16	197	nicht vorhanden
24	0,000%	1,9373E-12	2,8284E-17	206	nicht vorhanden
25	0,000%	2,3261E-13	3,3961E-18	214	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,95E-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:	7,47 m/s
k-Parameter:	2,55 [-]
Häufigkeit %:	13,5 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

SSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,46E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	77 m
RD - Rotordurchmesser:	90 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 100 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	1,503%	3,8416E-05	5,6087E-10	9	nicht vorhanden
2	4,276%	1,0930E-04	1,5957E-09	17	nicht vorhanden
3	7,528%	1,9241E-04	2,8091E-09	26	nicht vorhanden
4	10,579%	2,7037E-04	3,9474E-09	34	nicht vorhanden
5	12,792%	3,2694E-04	4,7733E-09	43	nicht vorhanden
6	13,719%	3,5063E-04	5,1192E-09	51	nicht vorhanden
7	13,228%	3,3808E-04	4,9359E-09	60	nicht vorhanden
8	11,538%	2,9487E-04	4,3051E-09	69	nicht vorhanden
9	9,124%	2,3319E-04	3,4046E-09	77	nicht vorhanden
10	6,544%	1,6725E-04	2,4418E-09	86	nicht vorhanden
11	4,252%	1,0868E-04	1,5866E-09	94	nicht vorhanden
12	2,499%	6,3866E-05	9,3243E-10	103	nicht vorhanden
13	1,325%	3,3869E-05	4,9447E-10	111	nicht vorhanden
14	0,633%	1,6166E-05	2,3602E-10	120	nicht vorhanden
15	0,271%	6,9267E-06	1,0113E-10	129	nicht vorhanden
16	0,104%	2,6565E-06	3,8784E-11	137	nicht vorhanden
17	0,036%	9,0929E-07	1,3275E-11	146	nicht vorhanden
18	0,011%	2,7695E-07	4,0434E-12	154	nicht vorhanden
19	0,003%	7,4839E-08	1,0926E-12	163	nicht vorhanden
20	0,001%	1,7889E-08	2,6117E-13	171	nicht vorhanden
21	0,000%	3,7712E-09	5,5059E-14	180	nicht vorhanden
22	0,000%	6,9911E-10	1,0207E-14	188	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1363E-10	1,6590E-15	197	nicht vorhanden
24	0,000%	1,6146E-11	2,3573E-16	206	nicht vorhanden
25	0,000%	2,0000E-12	2,9199E-17	214	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			5,12E-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:	8,65 m/s
k-Parameter:	2,51 [-]
Häufigkeit %:	17,6 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WSW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,46E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 77 m

H - Nabenhöhe: 90 m

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	1,111%	3,7028E-05	5,4060E-10	9	nicht vorhanden
2	3,100%	1,0328E-04	1,5079E-09	17	nicht vorhanden
3	5,467%	1,8217E-04	2,6596E-09	26	nicht vorhanden
4	7,838%	2,6116E-04	3,8128E-09	34	nicht vorhanden
5	9,851%	3,2824E-04	4,7921E-09	43	nicht vorhanden
6	11,204%	3,7332E-04	5,4503E-09	51	nicht vorhanden
7	11,710%	3,9016E-04	5,6963E-09	60	nicht vorhanden
8	11,336%	3,7771E-04	5,5145E-09	69	nicht vorhanden
9	10,207%	3,4010E-04	4,9654E-09	77	nicht vorhanden
10	8,566%	2,8541E-04	4,1669E-09	86	nicht vorhanden
11	6,704%	2,2339E-04	3,2614E-09	94	nicht vorhanden
12	4,894%	1,6306E-04	2,3806E-09	103	nicht vorhanden
13	3,329%	1,1093E-04	1,6196E-09	111	nicht vorhanden
14	2,109%	7,0277E-05	1,0260E-09	120	nicht vorhanden
15	1,243%	4,1408E-05	6,0455E-10	129	nicht vorhanden
16	0,680%	2,2663E-05	3,3087E-10	137	nicht vorhanden
17	0,345%	1,1505E-05	1,6797E-10	146	nicht vorhanden
18	0,162%	5,4091E-06	7,8971E-11	154	nicht vorhanden
19	0,071%	2,3516E-06	3,4333E-11	163	nicht vorhanden
20	0,028%	9,4393E-07	1,3781E-11	171	nicht vorhanden
21	0,010%	3,4925E-07	5,0990E-12	180	nicht vorhanden
22	0,004%	1,1892E-07	1,7362E-12	188	nicht vorhanden
23	0,001%	3,7207E-08	5,4321E-13	197	nicht vorhanden
24	0,000%	1,0679E-08	1,5591E-13	206	nicht vorhanden
25	0,000%	2,8071E-09	4,0983E-14	214	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			5,70E-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:	W	8,84 m/s
k-Parameter:		2,2 [-]
Häufigkeit %:		15 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,46E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	77 m
RD - Rotordurchmesser:	90 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	1,806%	5,1276E-05	7,4861E-10	9	nicht vorhanden
2	4,027%	1,1435E-04	1,6694E-09	17	nicht vorhanden
3	6,201%	1,7610E-04	2,5710E-09	26	nicht vorhanden
4	8,069%	2,2914E-04	3,3453E-09	34	nicht vorhanden
5	9,441%	2,6810E-04	3,9142E-09	43	nicht vorhanden
6	10,206%	2,8983E-04	4,2314E-09	51	nicht vorhanden
7	10,338%	2,9358E-04	4,2861E-09	60	nicht vorhanden
8	9,892%	2,8091E-04	4,1012E-09	69	nicht vorhanden
9	8,986%	2,5516E-04	3,7253E-09	77	nicht vorhanden
10	7,773%	2,2074E-04	3,2227E-09	86	nicht vorhanden
11	6,418%	1,8225E-04	2,6608E-09	94	nicht vorhanden
12	5,064%	1,4381E-04	2,0996E-09	103	nicht vorhanden
13	3,823%	1,0857E-04	1,5851E-09	111	nicht vorhanden
14	2,763%	7,8465E-05	1,1456E-09	120	nicht vorhanden
15	1,913%	5,4312E-05	7,9293E-10	129	nicht vorhanden
16	1,268%	3,6015E-05	5,2581E-10	137	nicht vorhanden
17	0,806%	2,2883E-05	3,3408E-10	146	nicht vorhanden
18	0,491%	1,3932E-05	2,0340E-10	154	nicht vorhanden
19	0,286%	8,1282E-06	1,1867E-10	163	nicht vorhanden
20	0,160%	4,5439E-06	6,6340E-11	171	nicht vorhanden
21	0,086%	2,4338E-06	3,5533E-11	180	nicht vorhanden
22	0,044%	1,2489E-06	1,8233E-11	188	nicht vorhanden
23	0,022%	6,1385E-07	8,9621E-12	197	nicht vorhanden
24	0,010%	2,8898E-07	4,2190E-12	206	nicht vorhanden
25	0,005%	1,3027E-07	1,9019E-12	214	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,29E-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:	7,83 m/s
k-Parameter:	2,28 [-]
Häufigkeit %:	7,4 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,46E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	77 m
RD - Rotordurchmesser:	90 m
H - Nabenhöhe:	

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 127 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	2,071%	2,9013E-05	4,2358E-10	9	nicht vorhanden
2	4,854%	6,8008E-05	9,9289E-10	17	nicht vorhanden
3	7,623%	1,0680E-04	1,5592E-09	26	nicht vorhanden
4	9,929%	1,3909E-04	2,0307E-09	34	nicht vorhanden
5	11,446%	1,6035E-04	2,3410E-09	43	nicht vorhanden
6	12,009%	1,6823E-04	2,4562E-09	51	nicht vorhanden
7	11,628%	1,6290E-04	2,3783E-09	60	nicht vorhanden
8	10,472%	1,4670E-04	2,1418E-09	69	nicht vorhanden
9	8,810%	1,2343E-04	1,8020E-09	77	nicht vorhanden
10	6,943%	9,7271E-05	1,4201E-09	86	nicht vorhanden
11	5,134%	7,1918E-05	1,0500E-09	94	nicht vorhanden
12	3,564%	4,9928E-05	7,2893E-10	103	nicht vorhanden
13	2,324%	3,2560E-05	4,7536E-10	111	nicht vorhanden
14	1,424%	1,9948E-05	2,9123E-10	120	nicht vorhanden
15	0,819%	1,1480E-05	1,6760E-10	129	nicht vorhanden
16	0,443%	6,2045E-06	9,0584E-11	137	nicht vorhanden
17	0,225%	3,1481E-06	4,5962E-11	146	nicht vorhanden
18	0,107%	1,4990E-06	2,1884E-11	154	nicht vorhanden
19	0,048%	6,6943E-07	9,7735E-12	163	nicht vorhanden
20	0,020%	2,8028E-07	4,0919E-12	171	nicht vorhanden
21	0,008%	1,0995E-07	1,6052E-12	180	nicht vorhanden
22	0,003%	4,0392E-08	5,8971E-13	188	nicht vorhanden
23	0,001%	1,3888E-08	2,0276E-13	197	nicht vorhanden
24	0,000%	4,4665E-09	6,5210E-14	206	nicht vorhanden
25	0,000%	1,3429E-09	1,9606E-14	214	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,46E-09		nicht vorhanden

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