
**Errichtung und Betrieb von
8 Windenergieanlagen**

**8 WEA GE 5.5-158
in der Gemeinde Lüssow**

Landkreis Vorpommern-Greifswald

**Standortspezifische Gefährdungsbetrachtung
Eisfall- und Eisabwurf sowie Bauteilversagen**

Antragsteller:



naturwind schwerin gmbh

Schelfstraße 35

19055 Schwerin

Inhaltsverzeichnis

1. Anlass.....	3
2. Grundlagen der Risikobewertung.....	3
3. Gefährdung durch Eiswurf und Eisfall.....	4
3.1. Vereisung.....	4
3.2. Regelungen	4
3.3. Einstufung Risikobewertung	5
3.3.1. Risikobewertung Eisfall	6
3.3.2. Standortspezifische Betrachtung.....	8
4. Gefährdung durch Bauteilversagen	10
4.1. Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauteilversagen	10
4.2. Regelungen	10
4.3. Einstufung Risikobewertung	11
4.4. Vorgehensweise Beurteilung der Gefährdung durch Bauteilversagen	11
4.4.1. Abwurf von Rotorblättern bzw. Rotorblatt-Teilen.....	11
4.4.2. Turmversagen.....	11
4.4.3. Gondelabwurf	11
4.5. Bestimmung der Gefährdungswahrscheinlichkeit an Schutzobjekten	12
4.6. Bestimmung des kumulierenden Risikos	12
4.7. Standortspezifische Zusammenfassung	13
5. Zusammenfassung.....	15
6. Anhänge	15
7. Literatur- und Quellenverzeichnis	16

1. Anlass

Im Zuge des Genehmigungsverfahrens für Windenergieanlagen muss nachgewiesen werden, dass sich Windenergieanlagen wegen der Eisfall- und Eisabwurfgefahr als auch der Gefahr des Bauteilversagens in einem sicheren Abstand von Bereichen der allgemeinen Öffentlichkeit, Straßen und Gebäuden befinden. Mit der standortspezifischen Risikobetrachtung zur Gefährdung von Objekten im näheren Umfeld wird die Wahrscheinlichkeit ermittelt, mit der eine Gefährdung durch Eiswurf bzw. Eisfall sowie Bauteilversagen (Rotorblattbruch, Turmversagen und Herabfallen der Gondel bzw. des Rotors) eintritt und diese mit zulässigen Grenzwerten verglichen.

2. Grundlagen der Risikobewertung

Die International Energy Agency (IEA) hat auf internationaler Ebene Empfehlungen für die Risikobewertung von Eisfall und Eiswurf erarbeitet (IEA /3/). Als Grenzwerte zur Risikobewertung für die Eintrittswahrscheinlichkeit eines Bauteilversagens werden die gleichen Grenzwerte zugrunde gelegt.

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.)

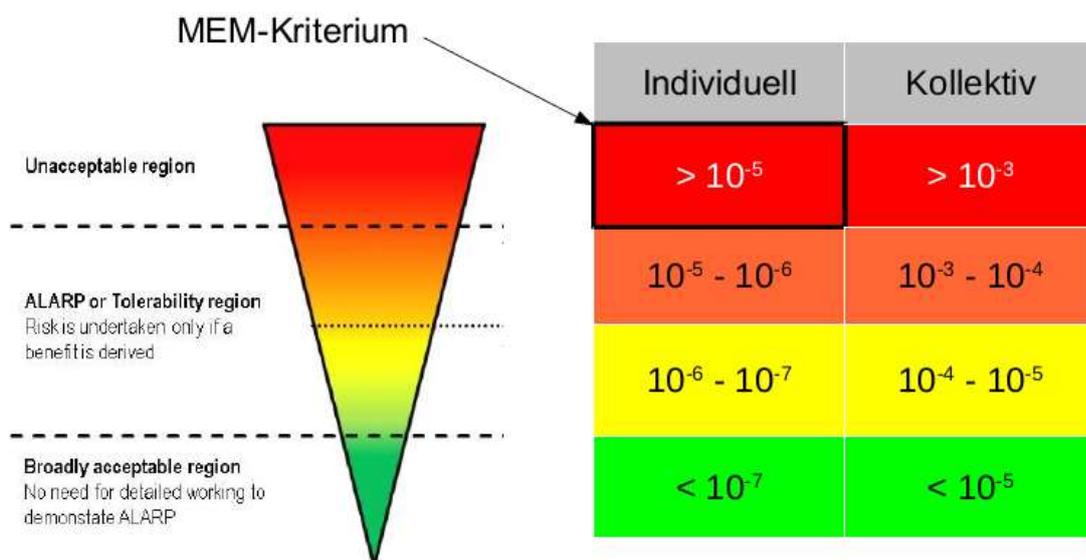


Abbildung 1 Risikobewertung: Grenzwerte nach IEA /2/

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 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. Gefährdung durch Eiswurf und Eisfall

3.1. 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/).

3.2. 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 x (Gesamthöhe/15)** [Seifert] und der von Garrad Hassan vertretenen Ansicht, dass Eisstücke von stillstehenden WEA nur bei sehr großen Windgeschwindigkeiten weiter als 50 m getragen werden [Garrad Hassan 2007].“ (Windenergiehandbuch 2017 /6/ S. 154).

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

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

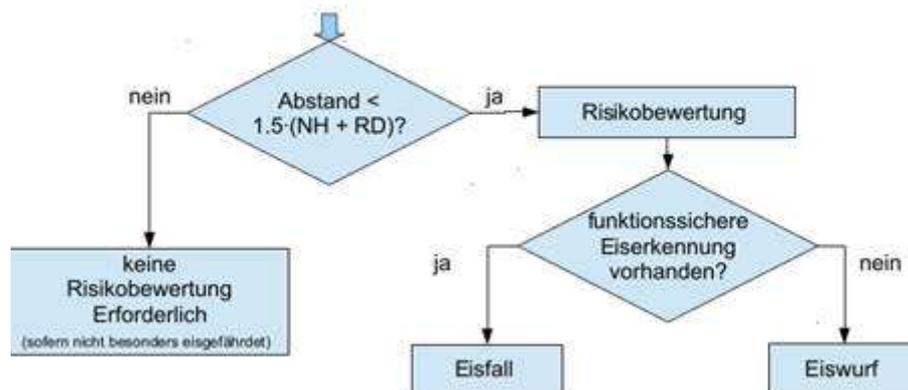


Abbildung 2 Entscheidungsbaum für die Bewertung des Risikos durch Eiswurf und Eisfall (F2E, 2018 /2/)

3.3. Einstufung Risikobewertung

Gemäß Abbildung 2 wird der Abstand nach $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser plus Nabenhöhe})$ 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.

Anschließend erfolgt bei einer anzunehmenden stetigen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen eine Risikobewertung des Eisfalls s. 3.3.1.

3.3.1. Risikobewertung Eisfall

Ist von einer stetigen Aufenthaltswahrscheinlichkeit von Personen im Gefährdungsbereich auch im Winter auszugehen, erfolgt die Risikobewertung des Eisfalls für jede betroffene WEA und jedes Schutzobjekt.

Die Risikobewertung wird anhand der Bestimmung der Eintrittswahrscheinlichkeit aufgrund standortspezifischer Klima- und Winddaten sowie geplanter projektspezifischer Daten erstellt. 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)
 - 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.

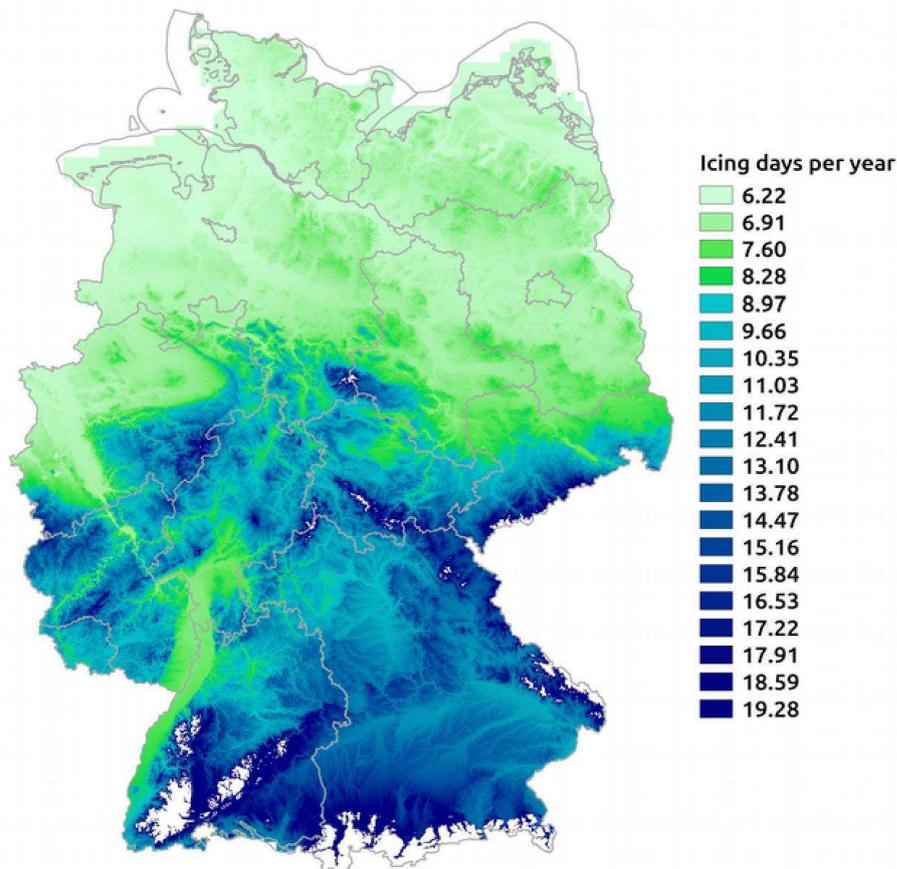


Abbildung 3 Vereisungstage pro Jahr nach Wichura /1/

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).

Der Schutzabstand ist von der Windgeschwindigkeit abhängig. Er 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.

3.3.2. Standortspezifische Betrachtung

Als mögliche Schutzobjekte befinden sich Verbindungswege zwischen den Ortschaften im potenziellen Gefährdungsbereich für Eiswurf s. Abb. 4. Dazu zählt der Verbindungsweg Lüssow – Gribow (WEA 3), Verbindungsweg Lüssow – Ranzin (WEA 1, 2, 4 und 5) sowie der Wirtschaftsweg Lüssow – Schmatzin (WEA 7).

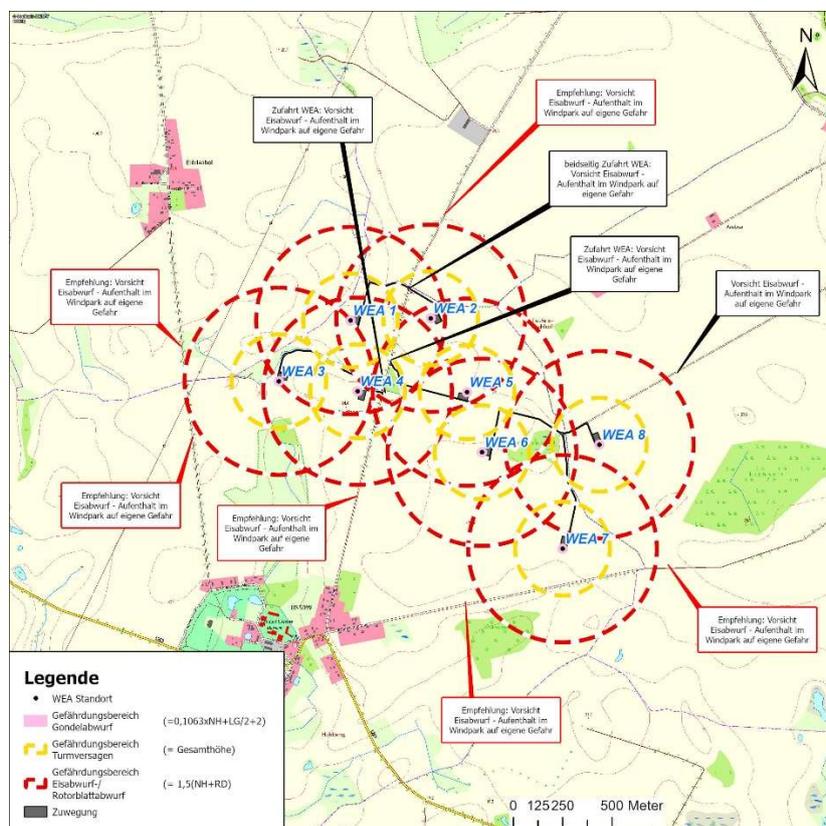


Abbildung 4 Übersicht

Der letztgenannte Weg ist nur im Nahbereich der Ortschaften Lüssow und Schmatzin ausgebaut und ist ansonsten nicht befestigt. Eine ständige Nutzung durch den privaten Verkehr kann daher ausgeschlossen werden. Es wird lediglich die Nutzung für den landwirtschaftlichen Verkehr angenommen. Da eine regelmäßige Nutzung durch landwirtschaftliche Fahrzeuge in den Wintermonaten nicht gegeben ist (außerhalb des üblichen Bewirtschaftungszeitraums), ist eine ständige Gefährdung durch Eiswurf/Eisfall nicht anzunehmen. Es liegen bisher keine Daten vor, das ein herabfallendes Eisstück von einem Rotorblatt auf ein fahrendes landwirtschaftliches Nutzfahrzeug einen Unfall mit Todesfolge verursacht hat.

Daher wird auf eine weitergehende Risikobetrachtung durch Eisfall für den Wirtschaftsweg Lüssow – Schmatzin in Bezug auf die WEA 7 verzichtet. Zur vorsorglichen Risikominimierung wird dennoch der Einsatz einer Eiserkennung für die WEA 7 vorgeschlagen.

Eine potenzielle Gefährdung durch Eiswurf liegt durch die WEA 1 - WEA 5 vor, da die Mindestabstände nach der Formel $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser plus Nabenhöhe})$ unterschritten werden und von einer stetigen Nutzung der Verbindungswege Lüssow-Ranzin bzw. Gribow ausgegangen werden muss. Es erfolgt eine Gefährdungsbetrachtung für den Eisfall.

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

- „Einsatz einer funktionierenden Eiserkennung für die WEA 1 – WEA 5, WEA 7
- Zudem ist das Anbringen von Warnschildern zur Warnung vor Eiswurf auf nicht öffentlichen landwirtschaftlichen Wegen und Wegen zu den Windenergieanlagen mit nachfolgender Aufschrift erforderlich: „Vorsicht Eisabwurf – Aufenthalt im Windpark auf eigene Gefahr“ (siehe Abb. 5)

Empfehlung zusätzlicher Maßnahmen zu Risikominimierung:

- Anbringen von Warnschildern an den Gemeindewegen (siehe Abbildung 5)
- Ausrichtung des stillstehenden Rotors der WEA parallel zur Straße bzw. des Weges

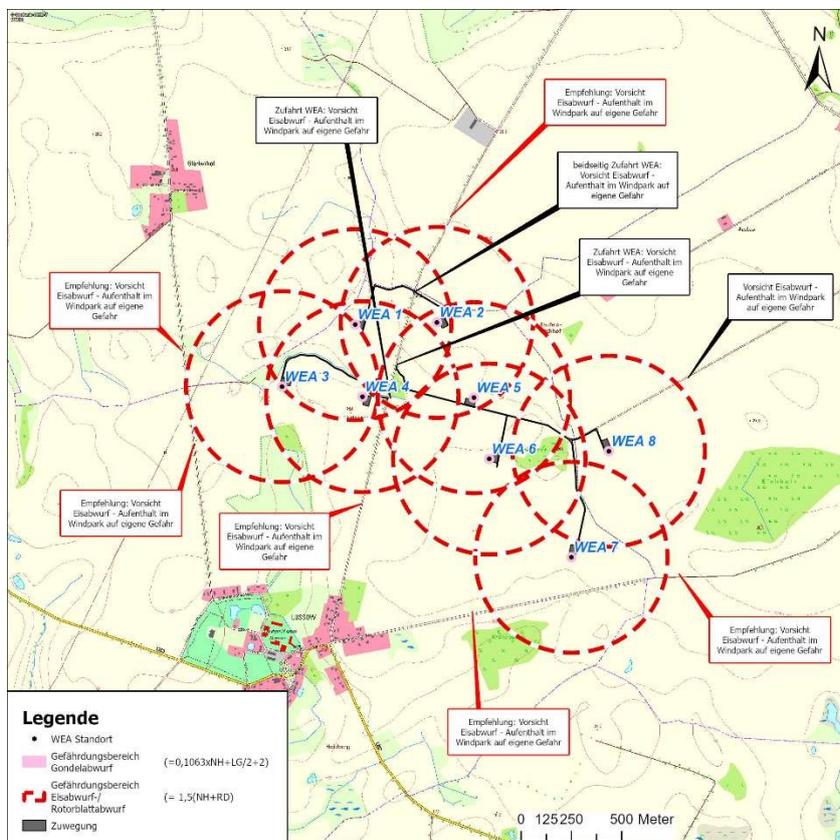


Abbildung 5 Übersicht

Die zusammenfassende Betrachtung ist der nachfolgenden Tabelle zu entnehmen. Die detaillierte Betrachtung erfolgt in den Anhängen 1 –5.

WEA	Schutzobjekt	Einsatz Eiserkennungssystem notwendig	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
1	1 – Verbindungsweg Lüssow - Ranzin	ja	nicht vorhanden
2	2 – Verbindungsweg Lüssow - Ranzin	ja	nicht vorhanden
3	3 – Verbindungsweg Lüssow - Gribow	ja	nicht vorhanden
4	4 – Verbindungsweg Lüssow - Ranzin	ja	nicht vorhanden
5	5 – Verbindungsweg Lüssow - Ranzin	ja	nicht vorhanden
7	Verbindungsweg Lüssow - Schmatzin	vorsorglich	nicht vorhanden

4. Gefährdung durch Bauteilversagen

4.1. Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauteilversagen

Die Eintrittswahrscheinlichkeit für Bauteilversagen wird durch die Eintrittshäufigkeit für die typischen Schadensfälle Rotorblattbruch, Turmversagen, Verlust der Gondel bzw. des Rotors auf Basis bekannter Schadensereignisse eingeschätzt.

Nach /7/ **„sind in Deutschland keine Personenschäden durch herabfallende Teile in Folge einer Havarie bekannt. ... Die Eintrittshäufigkeit für ein Rotorblattbruch, Gondelabwurf oder ein Turmversagen ist in Deutschland gering. Dennoch kann es bei technischem oder menschlichem Versagen zu Fällen kommen, in denen ein oder mehrere Rotorblätter einer Windenergieanlage ganz oder in Stücken abbrechen. Ebenso kann es zu einem Versagen beziehungsweise Kippen des Turmes und zu einem Abwurf der Gondel (auch „Maschinenhaus“ genannt) kommen. Rotorblattbruch, Gondelabwurf und Turmversagen können vielfältige Ursachen haben, wie z.B. Vorschädigungen durch Transport oder Fertigung, Überlastung (unzulässige Drehzahl), Versagen des Bremssystems, Versagen der Sicherheitssysteme, Brand und Blitzschlag....**

Die in den Modellen zur Risikoanalyse vom TÜV Nord angenommene, konservativ ermittelte Eintrittshäufigkeit für einen Bruch des gesamten Rotorblattes an der Nabe oder den Bruch an beliebiger Stelle liegt bei etwa 0,1 Prozent pro Jahr und Windenergieanlage. Für ein Turmversagen liegt die angenommene Ereignishäufigkeit bei etwa 0,01 Prozent pro Jahr und Windenergieanlage. In den Berechnungen vom TÜV NORD wird davon ausgegangen, dass nicht alle tatsächlichen Schäden dokumentiert werden.

Nach Recherchen der Hessen Energie **sind zwischen 2010 und 2017 in Deutschland bei den im Mittel betriebenen etwa 25.000 Anlagen durchschnittlich 2,0 Rotorblattabrisse pro Jahr (0,008%) dokumentiert und 1,0 Fälle, in denen eine Windenergieanlage umfiel oder abbrach (0,004%)“**

4.2. Regelungen

„Neben der Prüfung der Standorteignung muss im immissionsschutzrechtlichen Genehmigungsverfahren gemäß § 5 Abs. 1 BImSchG geprüft werden, ob schädliche Umwelteinwirkungen oder sonstige Gefahren von einer Anlage ausgehen. Hierzu wird eine Risikobeurteilung durchgeführt, in die einbezogen wird, ob sich Verkehrswege, Siedlungen, Industriegebiete oder andere Infrastrukturen in der Nähe der geplanten Anlage befinden, für die eine potenzielle Gefährdung vorliegt. Die Risikobeurteilung für Rotorblattbruch oder Turmversagen setzt sich zusammen aus einer Risikoanalyse, in der standortspezifisch die Gefährdung durch die Windenergieanlage ermittelt wird, und aus einer Risikobewertung, in der die Gefährdung anhand von

Bewertungsmaßstäben eingeordnet wird (siehe Tabelle 1). Wenn ein nicht akzeptables Risiko durch die Windenergieanlage festgestellt wird, müssen Maßnahmen zur Risikominderung, wie etwa verkürzte Prüfungsintervalle oder technische Maßnahmen umgesetzt werden.“ /7/

4.3. Einstufung Risikobewertung

Risikoanalyse	Risikobewertung
<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (z.B. Rotorblattbruch) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertung der Ergebnisse aus der Risikoanalyse
<ul style="list-style-type: none"> • Darstellung der Gefährdung (z.B. Gefährdungsbereiche Rotorblattbruch) 	<ul style="list-style-type: none"> • Bewertungsmaßstäbe <ul style="list-style-type: none"> ○ Wenn erforderlich Maßnahmen zur Risikominimierung
<ul style="list-style-type: none"> • Ermittlung des Risikos (Kollektives Risiko, individuelles Risiko) 	

Tabelle 2 Schematische Darstellung von Risikoanalyse und -bewertung von Rotorbruch, Gondelabwurf und Turmversagen im Zuge des Genehmigungsverfahrens / in Anlehnung an /7/

4.4. Vorgehensweise Beurteilung der Gefährdung durch Bauteilversagen

4.4.1. Abwurf von Rotorblättern bzw. Rotorblatt-Teilen

- Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (z.B. Rotorblattbruch)
 - Nach /7/ und /8/ beträgt die

Ereignishäufigkeit des Rotorblattabwurfes = 0,008% = 8×10^{-5} pro Jahr und WEA

(Mittel der Ereignisse von ca. 25.000 Windenergieanlagen (WEA) in Deutschland von 2010-2017. Durchschnittlich kam es zu 2 Rotorblattabrissen pro Jahr bezogen auf 25.000 WEA)

- Darstellung der Gefährdung (z.B. Gefährdungsbereiche Rotorblattbruch)
 - *"Erfahrungsgemäß ist mit einer Gefährdung durch Rotorblattbruch bis zu einer Entfernung von ca. 1,5x (Nabenhöhe + Durchmesser) zu rechnen, je nach Anlagentyp und standortspezifischen Bedingungen sind Wurfweiten von mehr als 300 m möglich."* /8/. S. 8 – dies entspricht dem Gefährdungsbereich für Eisabwurf nach /4/

4.4.2. Turmversagen

- Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (Turmversagen)
 - Nach /7/ beträgt die

Ereignishäufigkeit des Turmversagens = 0,004% = 4×10^{-5} pro Jahr und WEA

(Mittel der Ereignisse von ca. 25.000 Windenergieanlagen (WEA) in Deutschland von 2010-2017. Durchschnittlich kam es zu einem dokumentierten Fall pro Jahr, in dem eine WEA umfiel oder abbrach, bezogen auf 25.000 WEA)

- Darstellung der Gefährdung (z.B. Gefährdungsbereiche Rotorblattbruch)
 - Der Gefährdungsbereich durch Abbrechen oder Umkippen einer WEA entspricht dem Umkreis mit der Gesamtanlagenhöhe der WEA

4.4.3. Gondelabwurf

- Ermittlung der standortspezifischen Gefährdung (Gondelabwurf)
 - Nach /9/ beträgt die

Ereignishäufigkeit des Gondelabwurfes von 5 Ereignissen in 12 Jahren. Das entspricht ca. einem Ereignis in 2 Jahren, also 0,5 Ereignissen in einem Jahr = 0,002% = 2×10^{-5}

- Darstellung der Gefährdung (Gefährdungsbereich Gondelabwurf)
 - Der Gefährdungsbereich infolge eines Gondelabwurfes nach /8/ ergibt sich nach dem Aufprallbereich der Gondel um den WEA-Mittelpunkt, dieser wird bestimmt nach

$$a_G = 0,1063 \times N_H + L_G / 2 + 2,0$$

N_H – Nabenhöhe [m]

L_G - Maximalwert der Hauptabmessung der Gondel einschließlich Rotornabe, jedoch ohne Rotorblatt [m]

4.5. Bestimmung der Gefährdungswahrscheinlichkeit an Schutzobjekten

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
- Wird der Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt nicht eingehalten, ist davon auszugehen, dass eine Gefährdung des Schutzobjektes nicht ausgeschlossen werden kann.

Die Bestimmung erfolgt analog der Gefährdung durch Eisfall. Wie bereits unter 4.1 erwähnt, sind in Deutschland bisher keine Unfälle mit Personenschäden durch Rotorblattabbruch, Gondelabwurf oder Turmversagen bekannt.

4.6. Bestimmung des kumulierenden Risikos

Überlappen sich die standortspezifischen Gefährdungsbereiche für Eisfall, Abwurf von Rotorblättern bzw. Rotorblattteilen, der Gondel und für ein Turmversagen an einem identifizierten Schutzobjekt, so sind diese zur Bestimmung eines kumulierenden Risikos zu addieren.

Standortspezifische Gefährdungsbereiche	Gefährdungsbereich (Maß Radius um WEA-Mittelpunkt)
Eisfall	1,5x (Nabenhöhe+Durchmesser)
Abwurf von Rotorblättern bzw. Rotorblattteilen	1,5x (Nabenhöhe+Durchmesser) – wie Eisfall
Turmversagen	Gesamtanlagenhöhe
Aufprallbereich - Gondelabwurf	$0,1063 \times N_H + L_G / 2 + 2,0$ (siehe Kap. 4.4.3)

Tabelle 3 Gefährdungsbereiche - Übersicht

Zur Beurteilung des kumulierenden Risikos an einem Schutzobjekt, welches in mehreren Gefährdungsbereichen einer einzelnen WEA bzw. von mehreren WEA liegen, werden die ermittelten Gefährdungswahrscheinlichkeiten zu einer kumulierenden Gesamtgefährdung addiert und mit dem zulässigen Risiko für das Schutzobjekt (siehe Kap. 2) verglichen.

4.7. Standortspezifische Zusammenfassung

Gültig für WEA:	WEA 1 –8
Anlagentyp:	GE158
Nennleistung [MW]:	5,5
Rotordurchmesser [m]:	158
Nabenhöhe [m]:	161
Gondellänge einschließlich Rotornabe [m]:	14,312

Tabelle 4 projektspezifische WEA – Anlagendaten

Standortspezifische Gefährdungsbereiche	WEA 1 –8
Eisfall ($=1,5x$ (Nabenhöhe+Durchmesser))	478,5 m
Rotorblattbruch (wie Eisfall)	478,5 m
Turmversagen (=Gesamtanlagenhöhe)	240 m
Aufprallbereich Gondel ($=0,1063 \times N_H + L_G / 2 + 2,0$ siehe Kap. 3.3)	26,27 m

Tabelle 5 projektspezifische Gefährdungsbereiche

Für die standortspezifische Betrachtung wurden 1 Standort ausgewählt (s. Abb. 6 und Tab. 6), an denen es zur Überlagerung von Gefährdungsbereichen durch mehrere WEA kommt und folglich das kumulierte Risiko am höchsten erscheint. Die Bestimmung des kumulierten Risikos kann dem Anhang entnommen werden und erfolgt für den Verbindungsweg Lüssow - Ranzin auf Basis des kollektiven Risikos.

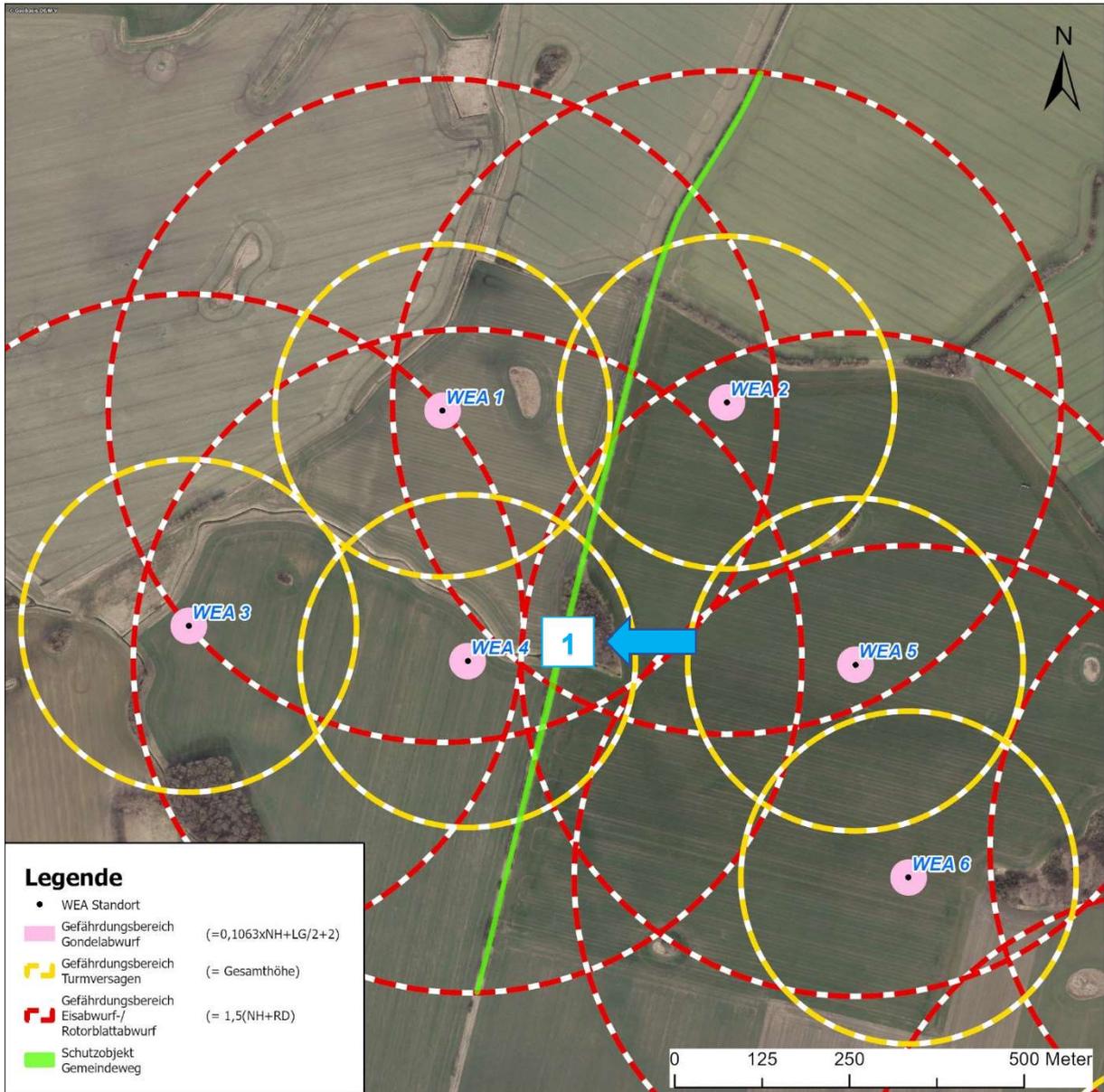


Abbildung 6 Übersicht überlagernde Gefährdungsbereiche

Standort	Schutzobjekt	WEA	Eis-Erkennung system	Eisfall bzw. Rotorblatt abwurf	Turm- versagen	Gondel- abwurf	Gesamt- gefährdung	
1	Verbindungs- weg Lüssow - Ranzin	2	ja	ja	nein	nein	4,13x10 ⁻⁹	ak- zep- tabel
		4	ja	ja	ja	nein		
		5	ja	ja	nein	nein		

Tabelle 6 Zusammenfassende Ergebnisse der kumulierenden Gefährdungsbetrachtungen

5. Zusammenfassung

Im Ergebnis lässt sich feststellen, dass von den geplanten WEA Standorten keine erhöhte Gefährdung für Personen ausgeht und das Risiko akzeptabel ist. Zur Risikominimierung durch Eisfall wird Folgendes vorgeschlagen:

- Einsatz einer Eiserkennung für die WEA 1- 5 sowie vorsorglich WEA 7
- Ausrichtung des stillstehenden Rotors von der WEA parallel zur Straße bzw. des Weges
- Anbringen von Warnschildern zur Warnung vor Eiswurf auf nicht öffentlichen landwirtschaftlichen Wegen und Wegen zu den Windenergieanlagen mit nachfolgender Aufschrift: „Vorsicht Eisabwurf – Aufenthalt im Windpark auf eigene Gefahr“

6. Anhänge

- Erläuterung zur Berechnung
- Windverteilung am Standort in Nabenhöhe F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Anhang-Nr.	WEA	Schutzobjekt
1	1- Eisfall	Verbindungsweg Lüssow - Ranzin
2	2- Eisfall	Verbindungsweg Lüssow - Ranzin
3	3- Eisfall	Verbindungsweg Lüssow - Gribow
4	4- Eisfall	Verbindungsweg Lüssow - Ranzin
5	5- Eisfall	Verbindungsweg Lüssow - Ranzin
6	Kumulative Betrachtung WEA 2, 4 + 5	Verbindungsweg Lüssow - Ranzin

Schwerin, den 25.05.2022



Erstellt durch die naturwind schwerin GmbH

Dipl.-Ing. Anke Stuhr

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

7. 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/ Landesenergieagentur Hessen, 2018, Faktenpapier: Sicherheit von Windenergieanlagen - Bürgerforum Energieland Hessen
- /8/ TÜV Nord, Dr. Monika Polster, Standsicherheit, Rotorblattbruch und Turmversagen, Giesen 06.06.2018
- /9/ Übersicht Unfallereignisse an Windkraftanlagen / Windparks (17.10.2017)
http://www.keinewindkraftimmerthal.de/images/Windkraft/Unfallliste_WKA_2017_10_14.pdf
- /10/ Veenker, Gutachten zur Gefährdung der Gasleitung in der Nähe von Windkraftanlagen durch Gondelabwurf (2004)
- /11/ Veenker, Gutachten – Windenergieanlagen in der Nähe von Schutzobjekten - Bestimmung von Schutzabständen, Rev. 07 vom 11.12.2014

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.

Tabelle A.2.3.1: WEA-Auslegung

	Nr.	Richtlinie	WZ	I_{amb}	I_{des}	τ_{design}	v_{ave}	k	α_{min}	α_{max}	φ	ρ	v_{50}	Quellen
	4	DIBt 2012	WZ S GK S	Repräsentativ	30	25	7.5	2	0.2	0.2	8	1.225	40.2	/A.1-A.2/
	5	DIBt 2012	WZ S GK S	Repräsentativ	30	25	7.5	2	0.2	0.2	8	1.225	40.2	/A.1-A.2/
	6	DIBt 2012	WZ S	Repräsentativ	6	20	7.5	2	0.2	0.2	8	1.225	40.3	/A.3-A.5/
	7	DIBt 2012	WZ S GK S	Repräsentativ	30	25	7.5	2	0.2	0.2	8	1.225	40.2	/A.1-A.2/
	8	DIBt 2012	WZ S GK S	Repräsentativ	30	25	7.5	2	0.2	0.2	8	1.225	40.2	/A.1-A.2/

Tabelle A.2.3.2: Auslegungswerte der Turbulenzintensität I_{des} [%]

WEA		Auslegungswerte für alle Windgeschwindigkeiten bzw. von 3-29 m/s																											
Id	Turbulenzkategorie	Alle	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29
6	IEC Ed.3/4 B	—	36.6	30.1	26.2	23.6	21.7	20.3	19.2	18.3	17.6	17.0	16.5	16.1	15.7	15.4	15.1	14.9	14.6	14.4	14.2	14.1	13.9	13.8	13.6	13.5	13.4	13.3	13.2
30	GE 5.5-158 DIBt (25y lifetime)	—	36.9	33.9	31.4	28.4	26.5	24.4	22.1	20.5	19.1	18.0	17.0	16.6	16.0	15.2	14.6	14.2	13.8	13.4	13.2	13.2	13.2	13.2	13.2	—	—	—	—

A.2.4 Winddaten

Quelle Externe Datei
 Dateiname peenetal_schmatzin_rev5_winddata.csv

Tabelle A.2.4.1: Wind-Datensatz "Wind 1"

	N	NNO	ONO	O	OSO	SSO	S	SSW	WSW	W	WNW	NNW	Mittelwerte über alle Richtungen			Koordinaten des Referenzpunkts		
A [m/s]	6.4	7.4	7.3	7.1	7.1	7.3	8.9	9.9	10.6	9.8	8.1	6.8	A [m/s]	8.70	Aus der Eingabedatei		Höhe über Grund [m]	161
k [-]	2.27	2.36	2.47	2.61	2.88	3.07	2.73	2.46	2.46	2.25	2.13	2.4	k [-]	2.210	Aus der Eingabedatei		Ost	33402345
Häufigkeit (100%=1)	0.038	0.061	0.082	0.07	0.058	0.054	0.085	0.14	0.179	0.126	0.067	0.04	v_{ave} [m/s]	7.70	Aus der Eingabedatei		Nord	5976291

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lüssow

naturwind schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 25.05.2022

Antrag:

8 WEA GE 5.5-158

Untersuchung zur geplanten WEA:

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

1
 GE 5.5
 5,5 MW
 158,00 m
 161 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

1

Schutzobjekt:

Gemeindeweg Lüssow-Ranzin

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

246 m

Risikobewertung nach:
 1-Kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko

1

Windverteilung:

Quelle:

F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:

33

Rechtswert:

402345

Hochwert:

5976291

Höhe über Grund/Nabenhöhe:

161 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,4	2,27	0,038	5,67
30	NNO	7,4	2,36	0,061	6,56
60	ONO	7,3	2,47	0,082	6,48
90	O	7,1	2,61	0,07	6,31
120	OSO	7,1	2,88	0,058	6,33
150	SSO	7,3	3,07	0,054	6,53
180	S	8,9	2,73	0,085	7,92
210	SSW	9,9	2,46	0,14	8,78
240	WSW	10,6	2,46	0,179	9,40
270	W	9,8	2,25	0,126	8,68
300	WNW	8,1	2,13	0,067	7,17
330	NNW	6,8	2,4	0,04	6,03
Gesamt		8,7	2,21	1	7,70

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :

8,70 m/s

k-Parameter:

2,21

mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :

7,7 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 (IWAI 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

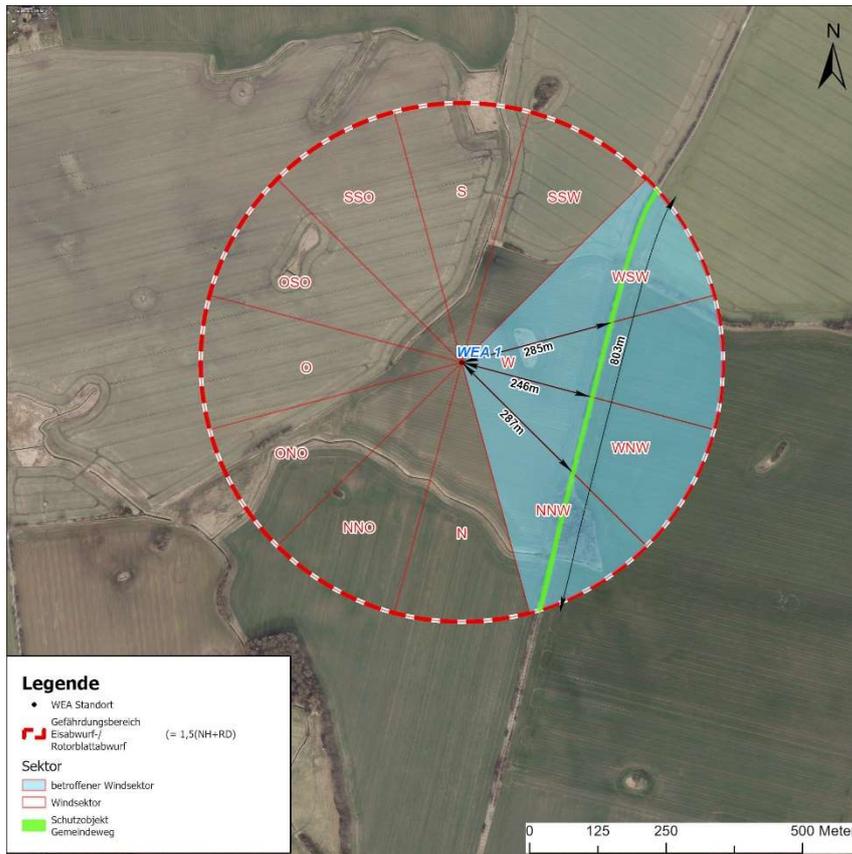
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

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:	Lüssow
Rotordurchmesser geplante WEA:	158,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	161,00 m
Abstand:	478,5 m



Abstand Schutzobjekt: 246 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

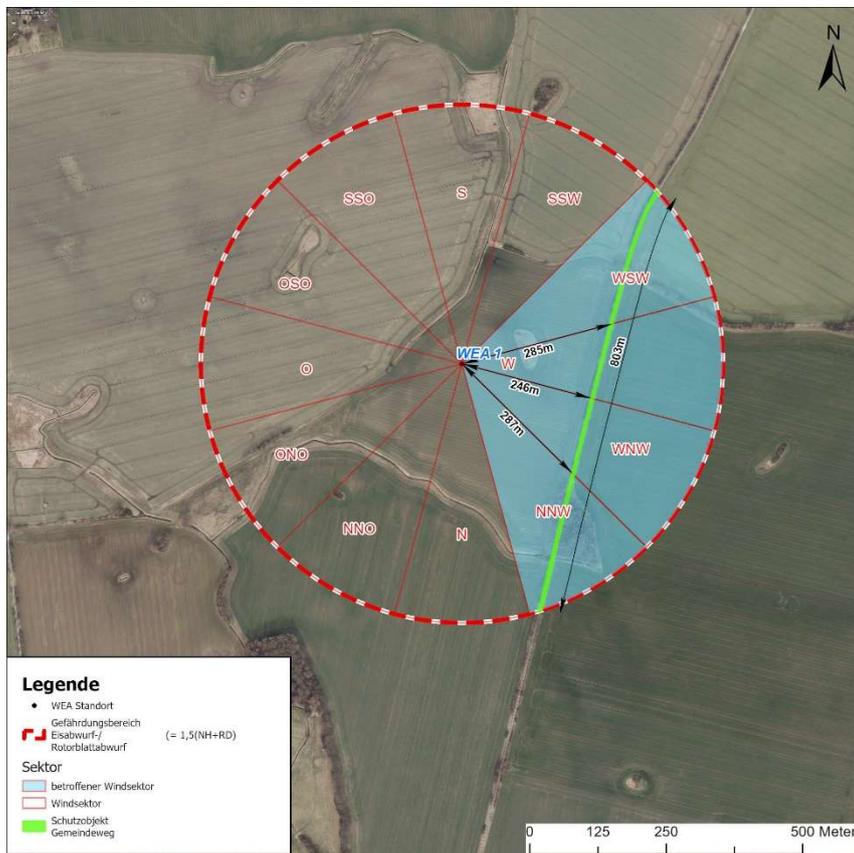
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	
Kategorie		Weg
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag		100 <small>geschätzt (Hin- und Rückweg)</small>
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50 <small>geschätzt (Plattenweg)</small>
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	803 <small>graphisch bestimmt</small>
Aufenthaltszeit für 1 Fahrzeug	s	57,8
Aufenthaltszeit für n Fahrzeuge	s	5782
max. Anzahl der Personen pro Fahrzeug		1,5 <small>nach /7/</small>
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		2,75E-04
Breite des Schutzobjektes	m	2,8
Länge des Schutzobjektes	m	803
Fläche Schutzobjekt	m ²	2.248
Abstand Fahrzeuge in Abh. von Geschwindigkeit		50 <small>geschätzt</small>
Fahrspuren		1
max. Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich		16
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		24
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	5 <small>Auto</small>
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	120
Trefferwahrscheinlichkeit		5,34E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,47E-05



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

Zusammenfassung

Projekt: **Lüssow**
 Antragsteller: naturwind schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 25.05.2022

Antrag: 8 WEA GE 5.5-158

Untersuchung zur geplanten WEA: **1**
 Anlagentyp: GE 5.5
 Nennleistung: 5,50 MW
 Rotordurchmesser: 158,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 161 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: **Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 246 m
 Risikobewertung nach: 1 = kollektives Risiko

Eiswurf:

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

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall	Sektor betroffen
0	N nicht vorhanden	- nein
30	NNO nicht vorhanden	- nein
60	ONO nicht vorhanden	- nein
90	O nicht vorhanden	- 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	4,7E-11 ja
270	W nicht vorhanden	3,3E-11 ja
300	WNW nicht vorhanden	2,1E-11 ja
330	NNW nicht vorhanden	1,6E-11 ja
Gesamt	nicht vorhanden	4,7E-11

Das Schutzobjekt weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 246m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind WSW, W, WNW und NNW. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

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

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	WSW	10,6 m/s
k-Parameter:		2,46 [-]
Häufigkeit %:		0,179 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,47E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 285 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	0,737%	2,4970E-07	3,6649E-12	16	nicht vorhanden
2	2,000%	6,7771E-07	9,9469E-12	32	nicht vorhanden
3	3,514%	1,1908E-06	1,7478E-11	48	nicht vorhanden
4	5,107%	1,7307E-06	2,5402E-11	64	nicht vorhanden
5	6,619%	2,2430E-06	3,2921E-11	80	nicht vorhanden
6	7,901%	2,6775E-06	3,9297E-11	96	nicht vorhanden
7	8,832%	2,9928E-06	4,3926E-11	112	nicht vorhanden
8	9,329%	3,1615E-06	4,6402E-11	128	nicht vorhanden
9	9,365%	3,1735E-06	4,6577E-11	144	nicht vorhanden
10	8,962%	3,0368E-06	4,4572E-11	160	nicht vorhanden
11	8,192%	2,7760E-06	4,0744E-11	176	nicht vorhanden
12	7,162%	2,4269E-06	3,5620E-11	192	nicht vorhanden
13	5,991%	2,0303E-06	2,9799E-11	208	nicht vorhanden
14	4,798%	1,6258E-06	2,3862E-11	224	nicht vorhanden
15	3,677%	1,2461E-06	1,8289E-11	240	nicht vorhanden
16	2,697%	9,1393E-07	1,3414E-11	256	nicht vorhanden
17	1,892%	6,4125E-07	9,4117E-12	272	nicht vorhanden
18	1,270%	4,3022E-07	6,3144E-12	288	nicht vorhanden
19	0,814%	2,7586E-07	4,0488E-12	304	nicht vorhanden
20	0,499%	1,6895E-07	2,4798E-12	320	nicht vorhanden
21	0,291%	9,8781E-08	1,4498E-12	336	nicht vorhanden
22	0,163%	5,5097E-08	8,0866E-13	352	nicht vorhanden
23	0,086%	2,9299E-08	4,3002E-13	368	nicht vorhanden
24	0,044%	1,4844E-08	2,1786E-13	384	nicht vorhanden
25	0,021%	7,1601E-09	1,0509E-13	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,66E-11		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	9,8 m/s
k-Parameter:		2,25 [-]
Häufigkeit %:		0,126 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,47E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

246 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	1,316%	3,1400E-07	4,6085E-12	16	nicht vorhanden
2	3,062%	7,3048E-07	1,0721E-11	32	nicht vorhanden
3	4,876%	1,1631E-06	1,7071E-11	48	nicht vorhanden
4	6,556%	1,5640E-06	2,2954E-11	64	nicht vorhanden
5	7,945%	1,8952E-06	2,7816E-11	80	nicht vorhanden
6	8,925%	2,1290E-06	3,1247E-11	96	nicht vorhanden
7	9,432%	2,2498E-06	3,3021E-11	112	nicht vorhanden
8	9,456%	2,2555E-06	3,3105E-11	128	nicht vorhanden
9	9,040%	2,1563E-06	3,1649E-11	144	nicht vorhanden
10	8,269%	1,9724E-06	2,8949E-11	160	nicht vorhanden
11	7,252%	1,7299E-06	2,5390E-11	176	nicht vorhanden
12	6,108%	1,4570E-06	2,1385E-11	192	nicht vorhanden
13	4,945%	1,1796E-06	1,7314E-11	208	nicht vorhanden
14	3,851%	9,1868E-07	1,3483E-11	224	nicht vorhanden
15	2,886%	6,8849E-07	1,0105E-11	240	nicht vorhanden
16	2,082%	4,9667E-07	7,2896E-12	256	nicht vorhanden
17	1,446%	3,4493E-07	5,0626E-12	272	nicht vorhanden
18	0,967%	2,3063E-07	3,3850E-12	288	nicht vorhanden
19	0,622%	1,4847E-07	2,1791E-12	304	nicht vorhanden
20	0,386%	9,2009E-08	1,3504E-12	320	nicht vorhanden
21	0,230%	5,4887E-08	8,0558E-13	336	nicht vorhanden
22	0,132%	3,1513E-08	4,6251E-13	352	nicht vorhanden
23	0,073%	1,7410E-08	2,5554E-13	368	nicht vorhanden
24	0,039%	9,2549E-09	1,3583E-13	384	nicht vorhanden
25	0,020%	4,7323E-09	6,9457E-14	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,31E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	8,1 m/s
k-Parameter:	2,13 [-]
Häufigkeit %:	0,067 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,47E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 246 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	2,445%	3,1012E-07	4,5516E-12	16	nicht vorhanden
2	5,145%	6,5261E-07	9,5785E-12	32	nicht vorhanden
3	7,587%	9,6240E-07	1,4125E-11	48	nicht vorhanden
4	9,484%	1,2030E-06	1,7657E-11	64	nicht vorhanden
5	10,659%	1,3520E-06	1,9844E-11	80	nicht vorhanden
6	11,052%	1,4018E-06	2,0575E-11	96	nicht vorhanden
7	10,716%	1,3592E-06	1,9949E-11	112	nicht vorhanden
8	9,791%	1,2420E-06	1,8228E-11	128	nicht vorhanden
9	8,473%	1,0747E-06	1,5774E-11	144	nicht vorhanden
10	6,966%	8,8359E-07	1,2969E-11	160	nicht vorhanden
11	5,453%	6,9166E-07	1,0152E-11	176	nicht vorhanden
12	4,070%	5,1628E-07	7,5775E-12	192	nicht vorhanden
13	2,900%	3,6787E-07	5,3993E-12	208	nicht vorhanden
14	1,974%	2,5041E-07	3,6753E-12	224	nicht vorhanden
15	1,284%	1,6293E-07	2,3913E-12	240	nicht vorhanden
16	0,799%	1,0136E-07	1,4877E-12	256	nicht vorhanden
17	0,476%	6,0318E-08	8,8529E-13	272	nicht vorhanden
18	0,271%	3,4337E-08	5,0397E-13	288	nicht vorhanden
19	0,147%	1,8702E-08	2,7450E-13	304	nicht vorhanden
20	0,077%	9,7469E-09	1,4306E-13	320	nicht vorhanden
21	0,038%	4,8606E-09	7,1339E-14	336	nicht vorhanden
22	0,018%	2,3193E-09	3,4041E-14	352	nicht vorhanden
23	0,008%	1,0590E-09	1,5543E-14	368	nicht vorhanden
24	0,004%	4,6262E-10	6,7900E-15	384	nicht vorhanden
25	0,002%	1,9336E-10	2,8380E-15	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,06E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	6,8 m/s
k-Parameter:	2,4 [-]
Häufigkeit %:	0,04 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

NNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,47E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

287 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	2,387%	1,8075E-07	2,6528E-12	16	nicht vorhanden
2	6,034%	4,5693E-07	6,7064E-12	32	nicht vorhanden
3	9,755%	7,3871E-07	1,0842E-11	48	nicht vorhanden
4	12,692%	9,6113E-07	1,4107E-11	64	nicht vorhanden
5	14,227%	1,0774E-06	1,5813E-11	80	nicht vorhanden
6	14,125%	1,0696E-06	1,5699E-11	96	nicht vorhanden
7	12,582%	9,5277E-07	1,3984E-11	112	nicht vorhanden
8	10,117%	7,6610E-07	1,1244E-11	128	nicht vorhanden
9	7,364%	5,5763E-07	8,1844E-12	144	nicht vorhanden
10	4,856%	3,6775E-07	5,3975E-12	160	nicht vorhanden
11	2,901%	2,1971E-07	3,2246E-12	176	nicht vorhanden
12	1,569%	1,1881E-07	1,7437E-12	192	nicht vorhanden
13	0,767%	5,8075E-08	8,5238E-13	208	nicht vorhanden
14	0,338%	2,5624E-08	3,7609E-13	224	nicht vorhanden
15	0,135%	1,0188E-08	1,4952E-13	240	nicht vorhanden
16	0,048%	3,6432E-09	5,3472E-14	256	nicht vorhanden
17	0,015%	1,1697E-09	1,7168E-14	272	nicht vorhanden
18	0,004%	3,3655E-10	4,9396E-15	288	nicht vorhanden
19	0,001%	8,6609E-11	1,2712E-15	304	nicht vorhanden
20	0,000%	1,9897E-11	2,9203E-16	320	nicht vorhanden
21	0,000%	4,0730E-12	5,9779E-17	336	nicht vorhanden
22	0,000%	7,4149E-13	1,0883E-17	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1983E-13	1,7588E-18	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,7160E-14	2,5186E-19	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,1734E-15	3,1899E-20	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,58E-11		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lüssow

naturwind schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 25.05.2022

Antrag:

8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA:

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

2
 GE 5.5 - 158
 5,5 MW
 158,00 m
 161 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

2

Schutzobjekt:

Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

143 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko

1

Windverteilung:

Quelle:

F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:

33

Rechtswert:

402345

Hochwert:

5976291

Höhe über Grund/Nabenhöhe:

161 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,4	2,27	0,038	5,67
30	NNO	7,4	2,36	0,061	6,56
60	ONO	7,3	2,47	0,082	6,48
90	O	7,1	2,61	0,07	6,31
120	OSO	7,1	2,88	0,058	6,33
150	SSO	7,3	3,07	0,054	6,53
180	S	8,9	2,73	0,085	7,92
210	SSW	9,9	2,46	0,14	8,78
240	WSW	10,6	2,46	0,179	9,40
270	W	9,8	2,25	0,126	8,68
300	WNW	8,1	2,13	0,067	7,17
330	NNW	6,8	2,4	0,04	6,03
Gesamt		8,7	2,21	1	7,70

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :

8,70 m/s

k-Parameter:

2,21

mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :

7,7 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 (IWAI 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

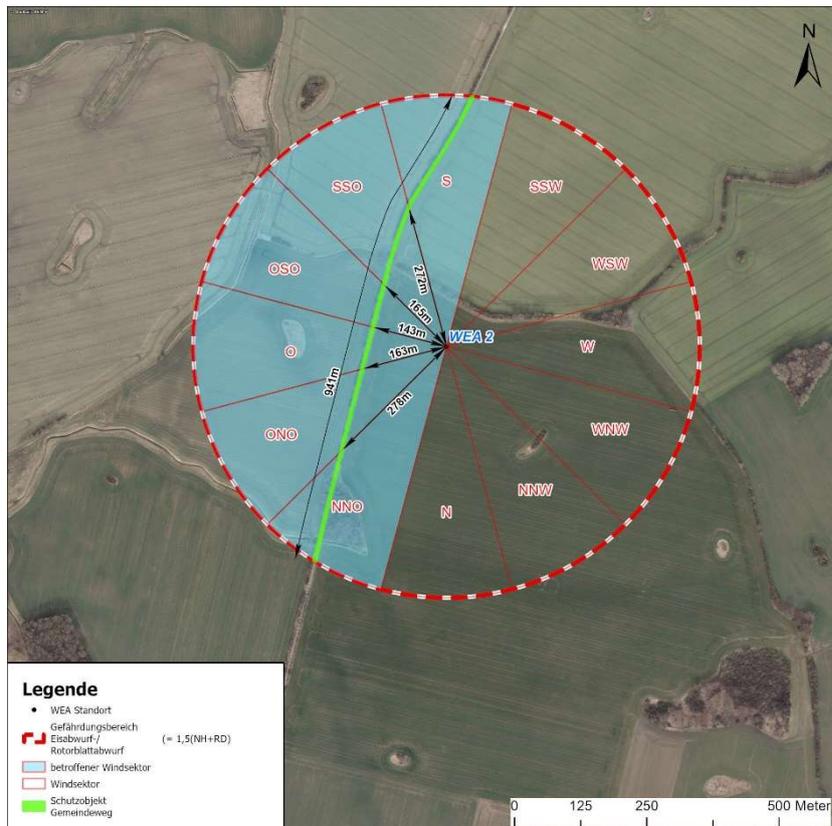
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

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:	Lüssow
Rotordurchmesser geplante WEA:	158,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	161,00 m
Abstand:	478,5 m



Abstand Schutzobjekt: 143 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

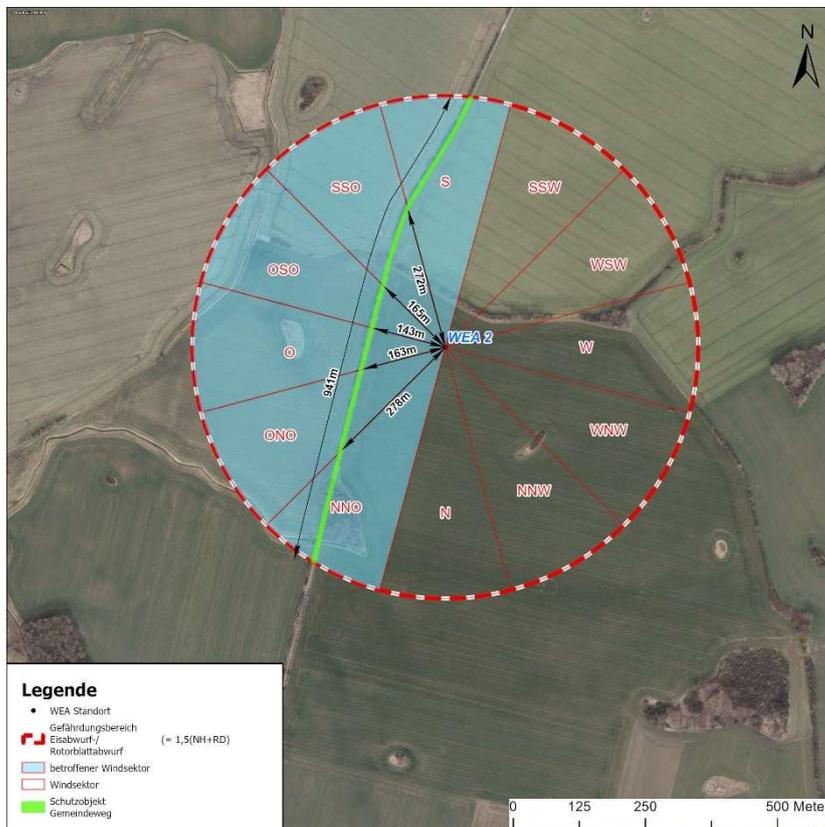
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	
Kategorie	Weg	
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag	100	geschätzt (Hin- und Rückweg)
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	914
Aufenthaltszeit für 1 Fahrzeug	s	65,8
Aufenthaltszeit für n Fahrzeuge	s	6581
max. Anzahl der Personen pro Fahrzeug		1,5
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		3,13E-04
Breite des Schutzobjektes	m	2,8
Länge des Schutzobjektes	m	914
Fläche Schutzobjekt	m ²	2.559
Abstand Fahrzeuge in Abh. von Geschwindigkeit		50
Fahrspuren		1
max. Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich		18
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		27
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	5
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	137
Trefferwahrscheinlichkeit		5,35E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,68E-05



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

Zusammenfassung

Projekt: **Lüssow**
 Antragsteller: naturwind schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 25.05.2022

Antrag: 8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA: **2**
 Anlagentyp: GE 5.5 - 158
 Nennleistung: 5,50 MW
 Rotordurchmesser: 158,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 161 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: **Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 143 m
 Risikobewertung nach: 1 = kollektives Risiko

Eiswurf:

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

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall	Sektor betroffen
0	N nicht vorhanden -	nein
30	NNO nicht vorhanden 2,5E-11	ja
60	ONO nicht vorhanden 3,6E-11	ja
90	O nicht vorhanden 3,3E-11	ja
120	OSO nicht vorhanden 2,9E-11	ja
150	SSO nicht vorhanden 2,8E-11	ja
180	S nicht vorhanden 3,3E-11	ja
210	SSW nicht vorhanden -	nein
240	WSW nicht vorhanden -	nein
270	W nicht vorhanden -	nein
300	WNW nicht vorhanden -	nein
330	NNW nicht vorhanden -	nein
Gesamt	nicht vorhanden 3,6E-11	

Das Schutzobjekt weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 143m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind NNO, ONO, O, OSO, SSO und S. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

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

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	NNO 7,4 m/s
k-Parameter:	2,36 [-]
Häufigkeit %:	0,061 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,68E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 278 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	2,078%	2,3998E-07	4,0213E-12	16	nicht vorhanden
2	5,142%	5,9379E-07	9,9498E-12	32	nicht vorhanden
3	8,295%	9,5798E-07	1,6052E-11	48	nicht vorhanden
4	10,931%	1,2623E-06	2,1151E-11	64	nicht vorhanden
5	12,588%	1,4537E-06	2,4358E-11	80	nicht vorhanden
6	13,034%	1,5051E-06	2,5221E-11	96	nicht vorhanden
7	12,301%	1,4206E-06	2,3803E-11	112	nicht vorhanden
8	10,659%	1,2309E-06	2,0625E-11	128	nicht vorhanden
9	8,511%	9,8290E-07	1,6470E-11	144	nicht vorhanden
10	6,275%	7,2469E-07	1,2143E-11	160	nicht vorhanden
11	4,275%	4,9374E-07	8,2732E-12	176	nicht vorhanden
12	2,692%	3,1087E-07	5,2091E-12	192	nicht vorhanden
13	1,566%	1,8083E-07	3,0300E-12	208	nicht vorhanden
14	0,841%	9,7111E-08	1,6272E-12	224	nicht vorhanden
15	0,417%	4,8109E-08	8,0613E-13	240	nicht vorhanden
16	0,190%	2,1965E-08	3,6805E-13	256	nicht vorhanden
17	0,080%	9,2327E-09	1,5471E-13	272	nicht vorhanden
18	0,031%	3,5689E-09	5,9802E-14	288	nicht vorhanden
19	0,011%	1,2673E-09	2,1235E-14	304	nicht vorhanden
20	0,004%	4,1288E-10	6,9183E-15	320	nicht vorhanden
21	0,001%	1,2328E-10	2,0657E-15	336	nicht vorhanden
22	0,000%	3,3694E-11	5,6459E-16	352	nicht vorhanden
23	0,000%	8,4202E-12	1,4109E-16	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,9217E-12	3,2201E-17	384	nicht vorhanden
25	0,000%	4,0008E-13	6,7039E-18	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,52E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	ONO
k-Parameter:	7,3 m/s
Häufigkeit %:	2,47 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,082 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,68E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 163 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	1,808%	2,8060E-07	4,7018E-12	16	nicht vorhanden
2	4,842%	7,5173E-07	1,2596E-11	32	nicht vorhanden
3	8,192%	1,2716E-06	2,1308E-11	48	nicht vorhanden
4	11,144%	1,7300E-06	2,8988E-11	64	nicht vorhanden
5	13,099%	2,0334E-06	3,4073E-11	80	nicht vorhanden
6	13,697%	2,1263E-06	3,5628E-11	96	nicht vorhanden
7	12,914%	2,0047E-06	3,3591E-11	112	nicht vorhanden
8	11,049%	1,7152E-06	2,8741E-11	128	nicht vorhanden
9	8,603%	1,3355E-06	2,2378E-11	144	nicht vorhanden
10	6,101%	9,4713E-07	1,5870E-11	160	nicht vorhanden
11	3,940%	6,1158E-07	1,0248E-11	176	nicht vorhanden
12	2,314%	3,5919E-07	6,0187E-12	192	nicht vorhanden
13	1,234%	1,9159E-07	3,2104E-12	208	nicht vorhanden
14	0,597%	9,2647E-08	1,5524E-12	224	nicht vorhanden
15	0,261%	4,0536E-08	6,7923E-13	240	nicht vorhanden
16	0,103%	1,6014E-08	2,6834E-13	256	nicht vorhanden
17	0,037%	5,7000E-09	9,5511E-14	272	nicht vorhanden
18	0,012%	1,8240E-09	3,0563E-14	288	nicht vorhanden
19	0,003%	5,2355E-10	8,7729E-15	304	nicht vorhanden
20	0,001%	1,3451E-10	2,2539E-15	320	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0862E-11	5,1714E-16	336	nicht vorhanden
22	0,000%	6,3100E-12	1,0573E-16	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1472E-12	1,9222E-17	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,8504E-13	3,1006E-18	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,6425E-14	4,4279E-19	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,56E-11		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:	0	7,1 m/s
k-Parameter:	2,61 [-]	
Häufigkeit %:	0,07 %	
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr	
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%	

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,68E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 143 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	1,557%	2,0632E-07	3,4571E-12	16	nicht vorhanden
2	4,609%	6,1078E-07	1,0235E-11	32	nicht vorhanden
3	8,264%	1,0951E-06	1,8350E-11	48	nicht vorhanden
4	11,669%	1,5464E-06	2,5912E-11	64	nicht vorhanden
5	14,005%	1,8560E-06	3,1100E-11	80	nicht vorhanden
6	14,716%	1,9502E-06	3,2678E-11	96	nicht vorhanden
7	13,707%	1,8165E-06	3,0438E-11	112	nicht vorhanden
8	11,371%	1,5070E-06	2,5251E-11	128	nicht vorhanden
9	8,409%	1,1144E-06	1,8673E-11	144	nicht vorhanden
10	5,536%	7,3357E-07	1,2292E-11	160	nicht vorhanden
11	3,236%	4,2877E-07	7,1847E-12	176	nicht vorhanden
12	1,674%	2,2178E-07	3,7163E-12	192	nicht vorhanden
13	0,763%	1,0114E-07	1,6947E-12	208	nicht vorhanden
14	0,306%	4,0494E-08	6,7853E-13	224	nicht vorhanden
15	0,107%	1,4175E-08	2,3752E-13	240	nicht vorhanden
16	0,033%	4,3192E-09	7,2374E-14	256	nicht vorhanden
17	0,009%	1,1406E-09	1,9112E-14	272	nicht vorhanden
18	0,002%	2,5988E-10	4,3546E-15	288	nicht vorhanden
19	0,000%	5,0863E-11	8,5228E-16	304	nicht vorhanden
20	0,000%	8,5135E-12	1,4265E-16	320	nicht vorhanden
21	0,000%	1,2133E-12	2,0331E-17	336	nicht vorhanden
22	0,000%	1,4659E-13	2,4563E-18	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,4949E-14	2,5050E-19	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,2814E-15	2,1471E-20	384	nicht vorhanden
25	0,000%	9,1918E-17	1,5402E-21	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,27E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	7,1 m/s
k-Parameter:	2,88 [-]
Häufigkeit %:	0,058 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

OSO

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes	1,68E-05
---	----------

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 143 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	1,014%	1,1139E-07	1,8665E-12	16	nicht vorhanden
2	3,651%	4,0088E-07	6,7173E-12	32	nicht vorhanden
3	7,386%	8,1103E-07	1,3590E-11	48	nicht vorhanden
4	11,388%	1,2504E-06	2,0953E-11	64	nicht vorhanden
5	14,576%	1,6005E-06	2,6818E-11	80	nicht vorhanden
6	15,968%	1,7533E-06	2,9379E-11	96	nicht vorhanden
7	15,123%	1,6606E-06	2,7825E-11	112	nicht vorhanden
8	12,392%	1,3607E-06	2,2800E-11	128	nicht vorhanden
9	8,749%	9,6072E-07	1,6098E-11	144	nicht vorhanden
10	5,287%	5,8053E-07	9,7276E-12	160	nicht vorhanden
11	2,711%	2,9772E-07	4,9886E-12	176	nicht vorhanden
12	1,169%	1,2836E-07	2,1509E-12	192	nicht vorhanden
13	0,420%	4,6064E-08	7,7187E-13	208	nicht vorhanden
14	0,124%	1,3615E-08	2,2814E-13	224	nicht vorhanden
15	0,030%	3,2788E-09	5,4941E-14	240	nicht vorhanden
16	0,006%	6,3634E-10	1,0663E-14	256	nicht vorhanden
17	0,001%	9,8429E-11	1,6493E-15	272	nicht vorhanden
18	0,000%	1,1999E-11	2,0106E-16	288	nicht vorhanden
19	0,000%	1,1399E-12	1,9101E-17	304	nicht vorhanden
20	0,000%	8,3453E-14	1,3984E-18	320	nicht vorhanden
21	0,000%	4,6549E-15	7,7999E-20	336	nicht vorhanden
22	0,000%	1,9561E-16	3,2778E-21	352	nicht vorhanden
23	0,000%	6,1235E-18	1,0261E-22	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,4120E-19	2,3660E-24	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,3714E-21	3,9737E-26	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,94E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	SSO
k-Parameter:	7,3 m/s
Häufigkeit %:	3,07 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,054 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,68E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 158 m

H - Nabenhöhe: 161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

165 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	0,685%	7,0040E-08	1,1736E-12	16	nicht vorhanden
2	2,830%	2,8926E-07	4,8470E-12	32	nicht vorhanden
3	6,253%	6,3920E-07	1,0711E-11	48	nicht vorhanden
4	10,339%	1,0570E-06	1,7712E-11	64	nicht vorhanden
5	14,051%	1,4364E-06	2,4069E-11	80	nicht vorhanden
6	16,205%	1,6567E-06	2,7760E-11	96	nicht vorhanden
7	16,006%	1,6363E-06	2,7419E-11	112	nicht vorhanden
8	13,517%	1,3818E-06	2,3154E-11	128	nicht vorhanden
9	9,686%	9,9023E-07	1,6593E-11	144	nicht vorhanden
10	5,827%	5,9574E-07	9,9825E-12	160	nicht vorhanden
11	2,906%	2,9704E-07	4,9774E-12	176	nicht vorhanden
12	1,184%	1,2100E-07	2,0276E-12	192	nicht vorhanden
13	0,388%	3,9661E-08	6,6458E-13	208	nicht vorhanden
14	0,101%	1,0293E-08	1,7248E-13	224	nicht vorhanden
15	0,020%	2,0806E-09	3,4864E-14	240	nicht vorhanden
16	0,003%	3,2204E-10	5,3962E-15	256	nicht vorhanden
17	0,000%	3,7512E-11	6,2857E-16	272	nicht vorhanden
18	0,000%	3,2312E-12	5,4143E-17	288	nicht vorhanden
19	0,000%	2,0218E-13	3,3878E-18	304	nicht vorhanden
20	0,000%	9,0257E-15	1,5124E-19	320	nicht vorhanden
21	0,000%	2,8230E-16	4,7304E-21	336	nicht vorhanden
22	0,000%	6,0741E-18	1,0178E-22	352	nicht vorhanden
23	0,000%	8,8263E-20	1,4790E-24	368	nicht vorhanden
24	0,000%	8,5025E-22	1,4247E-26	384	nicht vorhanden
25	0,000%	5,3295E-24	8,9303E-29	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,78E-11		nicht vorhanden

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	S 8,9 m/s
k-Parameter:	2,73 [-]
Häufigkeit %:	0,085 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,68E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 158 m

H - Nabenhöhe: 161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

272 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	0,697%	1,1216E-07	1,8793E-12	16	nicht vorhanden
2	2,279%	3,6672E-07	6,1450E-12	32	nicht vorhanden
3	4,441%	7,1457E-07	1,1974E-11	48	nicht vorhanden
4	6,870%	1,1055E-06	1,8524E-11	64	nicht vorhanden
5	9,195%	1,4797E-06	2,4794E-11	80	nicht vorhanden
6	11,028%	1,7747E-06	2,9737E-11	96	nicht vorhanden
7	12,047%	1,9386E-06	3,2484E-11	112	nicht vorhanden
8	12,079%	1,9438E-06	3,2571E-11	128	nicht vorhanden
9	11,154%	1,7948E-06	3,0075E-11	144	nicht vorhanden
10	9,492%	1,5274E-06	2,5594E-11	160	nicht vorhanden
11	7,440%	1,1972E-06	2,0061E-11	176	nicht vorhanden
12	5,362%	8,6280E-07	1,4457E-11	192	nicht vorhanden
13	3,545%	5,7044E-07	9,5585E-12	208	nicht vorhanden
14	2,144%	3,4508E-07	5,7822E-12	224	nicht vorhanden
15	1,183%	1,9043E-07	3,1909E-12	240	nicht vorhanden
16	0,594%	9,5565E-08	1,6013E-12	256	nicht vorhanden
17	0,270%	4,3471E-08	7,2841E-13	272	nicht vorhanden
18	0,111%	1,7863E-08	2,9932E-13	288	nicht vorhanden
19	0,041%	6,6084E-09	1,1073E-13	304	nicht vorhanden
20	0,014%	2,1934E-09	3,6753E-14	320	nicht vorhanden
21	0,004%	6,5085E-10	1,0906E-14	336	nicht vorhanden
22	0,001%	1,7206E-10	2,8831E-15	352	nicht vorhanden
23	0,000%	4,0384E-11	6,7668E-16	368	nicht vorhanden
24	0,000%	8,3853E-12	1,4051E-16	384	nicht vorhanden
25	0,000%	1,5350E-12	2,5721E-17	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,26E-11		nicht vorhanden

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

Projekt:

Lüssow

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

naturwind schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 25.05.2022

Antrag:

8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA:

3
 GE 5.5 - 158
 5,5 MW
 158,00 m
 161 m
 25 m/s

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

Schutzobjekt-Nr.:

3

Schutzobjekt:

Gemeindegeweg Lüssow-Gribow

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

467 m

Risikobewertung nach:
 1-Kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko

1

Windverteilung:

Quelle:

F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:

33

Rechtswert:

402345

Hochwert:

5976291

Höhe über Grund/Nabenhöhe:

161 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,4	2,27	0,038	5,67
30	NNO	7,4	2,36	0,061	6,56
60	ONO	7,3	2,47	0,082	6,48
90	O	7,1	2,61	0,07	6,31
120	OSO	7,1	2,88	0,058	6,33
150	SSO	7,3	3,07	0,054	6,53
180	S	8,9	2,73	0,085	7,92
210	SSW	9,9	2,46	0,14	8,78
240	WSW	10,6	2,46	0,179	9,40
270	W	9,8	2,25	0,126	8,68
300	WNW	8,1	2,13	0,067	7,17
330	NNW	6,8	2,4	0,04	6,03
Gesamt		8,7	2,21	1	7,70

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :

8,70 m/s

k-Parameter:

2,21

mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :

7,7 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 (IWAI 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

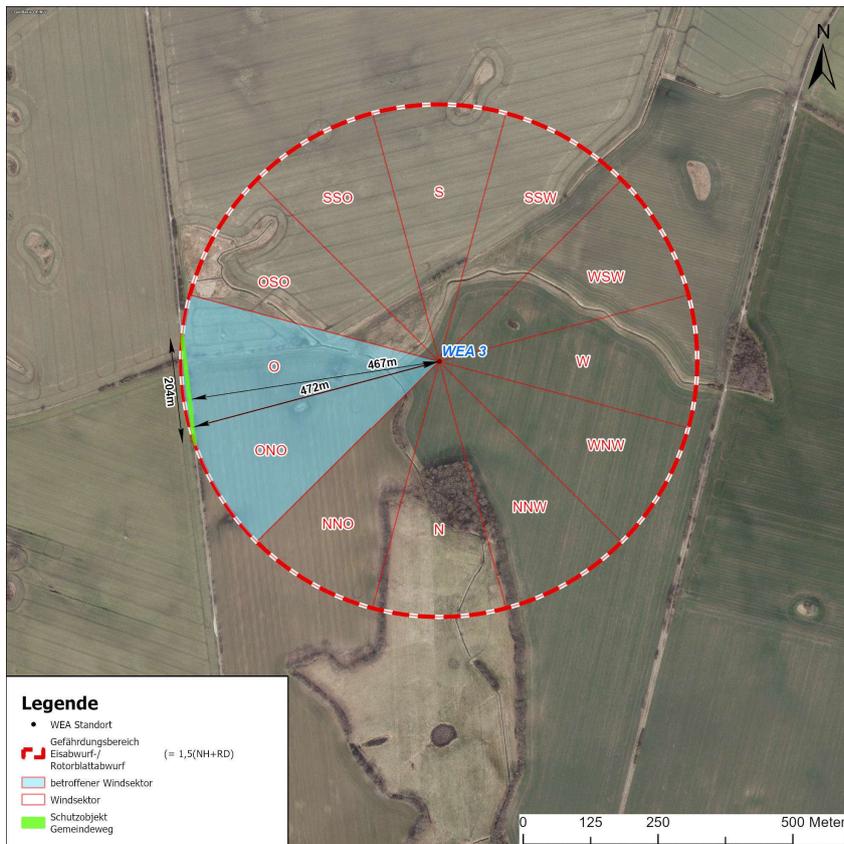
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

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:	Lüssow
Rotordurchmesser geplante WEA:	158,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	161,00 m
Abstand:	478,5 m



Abstand Schutzobjekt: 467 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

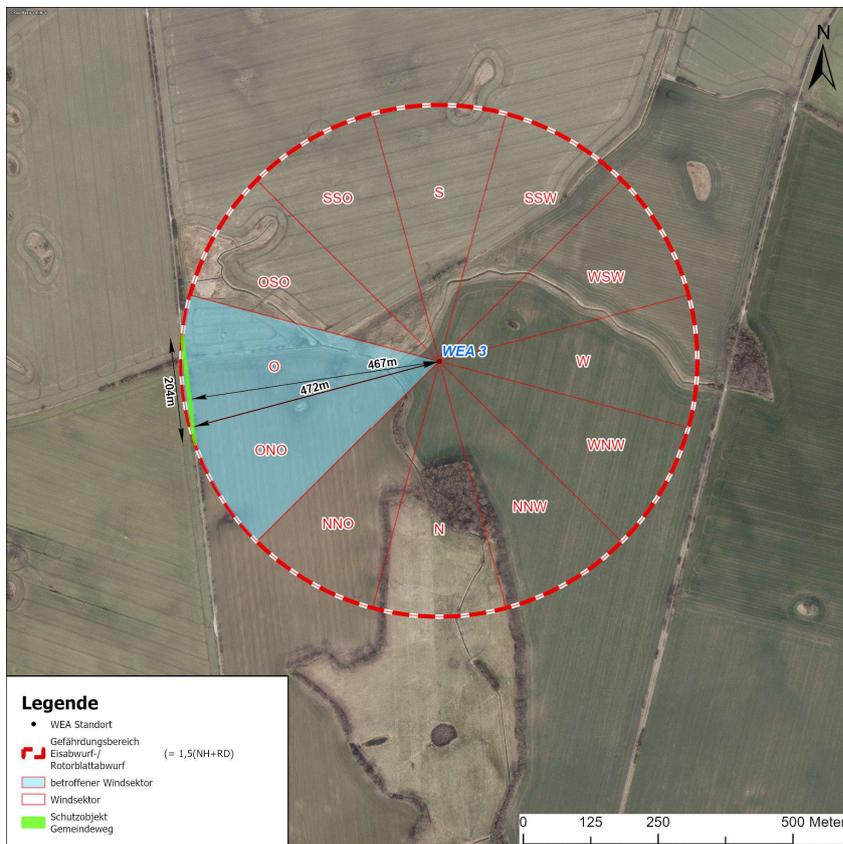
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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

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

Gefährdungswahrscheinlichkeit

Art	Straße/ Weg		
		Weg	
Kategorie			
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag		100	geschätzt (Hin- und Rückweg)
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50	geschätzt (Plattenweg)
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	204	graphisch bestimmt
Aufenthaltszeit für 1 Fahrzeug	s	14,7	
Aufenthaltszeit für n Fahrzeuge	s	1469	
max. Anzahl der Personen pro Fahrzeug		1,5	nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		6,99E-05	
Breite des Schutzobjektes	m	2,8	graphisch bestimmt
Länge des Schutzobjektes	m	204	
Fläche Schutzobjekt	m ²	571	
Abstand Fahrzeuge in Abh. von Geschwindigkeit		50	geschätzt
Fahrspuren		1	
max. Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich		4	
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		6	
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	5	Auto
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	30	
Trefferwahrscheinlichkeit		5,25E-02	
Gefährdungswahrscheinlichkeit		3,67E-06	



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

Zusammenfassung

Projekt: **Lüssow**
 Antragsteller: naturwind schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 25.05.2022

Antrag: 8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA: **3**
 Anlagentyp: GE 5.5 - 158
 Nennleistung: 5,50 MW
 Rotordurchmesser: 158,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 161 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: **Gemeindegeweg Lüssow-Gribow**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 467 m
 Risikobewertung nach: 1 = kollektives Risiko

Eiswurf:

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

Eisfall:

Zusammenfassende Bewertung:

Sektor	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall	Sektor betroffen
0	N nicht vorhanden -	nein
30	NNO nicht vorhanden -	nein
60	ONO nicht vorhanden 7,8E-12	ja
90	O nicht vorhanden 7,2E-12	ja
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 7,8E-12	

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

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

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

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	ONO
k-Parameter:	7,3 m/s
Häufigkeit %:	2,47 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,082 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes **3,67E-06**

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: **472 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	1,808%	2,8060E-07	1,0296E-12	16	nicht vorhanden
2	4,842%	7,5173E-07	2,7583E-12	32	nicht vorhanden
3	8,192%	1,2716E-06	4,6660E-12	48	nicht vorhanden
4	11,144%	1,7300E-06	6,3477E-12	64	nicht vorhanden
5	13,099%	2,0334E-06	7,4613E-12	80	nicht vorhanden
6	13,697%	2,1263E-06	7,8019E-12	96	nicht vorhanden
7	12,914%	2,0047E-06	7,3558E-12	112	nicht vorhanden
8	11,049%	1,7152E-06	6,2936E-12	128	nicht vorhanden
9	8,603%	1,3355E-06	4,9004E-12	144	nicht vorhanden
10	6,101%	9,4713E-07	3,4753E-12	160	nicht vorhanden
11	3,940%	6,1158E-07	2,2440E-12	176	nicht vorhanden
12	2,314%	3,5919E-07	1,3180E-12	192	nicht vorhanden
13	1,234%	1,9159E-07	7,0300E-13	208	nicht vorhanden
14	0,597%	9,2647E-08	3,3995E-13	224	nicht vorhanden
15	0,261%	4,0536E-08	1,4874E-13	240	nicht vorhanden
16	0,103%	1,6014E-08	5,8760E-14	256	nicht vorhanden
17	0,037%	5,7000E-09	2,0915E-14	272	nicht vorhanden
18	0,012%	1,8240E-09	6,6926E-15	288	nicht vorhanden
19	0,003%	5,2355E-10	1,9211E-15	304	nicht vorhanden
20	0,001%	1,3451E-10	4,9355E-16	320	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0862E-11	1,1324E-16	336	nicht vorhanden
22	0,000%	6,3100E-12	2,3153E-17	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1472E-12	4,2092E-18	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,8504E-13	6,7895E-19	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,6425E-14	9,6961E-20	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			7,80E-12		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	0
k-Parameter:	7,1 m/s
Häufigkeit %:	2,61 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,07 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzbjcktes **3,67E-06**

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzbjekt: **467 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 Schutzbjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzbjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzbjcktes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	1,557%	2,0632E-07	7,5703E-13	16	nicht vorhanden
2	4,609%	6,1078E-07	2,2411E-12	32	nicht vorhanden
3	8,264%	1,0951E-06	4,0183E-12	48	nicht vorhanden
4	11,669%	1,5464E-06	5,6742E-12	64	nicht vorhanden
5	14,005%	1,8560E-06	6,8101E-12	80	nicht vorhanden
6	14,716%	1,9502E-06	7,1559E-12	96	nicht vorhanden
7	13,707%	1,8165E-06	6,6653E-12	112	nicht vorhanden
8	11,371%	1,5070E-06	5,5294E-12	128	nicht vorhanden
9	8,409%	1,1144E-06	4,0889E-12	144	nicht vorhanden
10	5,536%	7,3357E-07	2,6917E-12	160	nicht vorhanden
11	3,236%	4,2877E-07	1,5733E-12	176	nicht vorhanden
12	1,674%	2,2178E-07	8,1379E-13	192	nicht vorhanden
13	0,763%	1,0114E-07	3,7110E-13	208	nicht vorhanden
14	0,306%	4,0494E-08	1,4858E-13	224	nicht vorhanden
15	0,107%	1,4175E-08	5,2011E-14	240	nicht vorhanden
16	0,033%	4,3192E-09	1,5848E-14	256	nicht vorhanden
17	0,009%	1,1406E-09	4,1851E-15	272	nicht vorhanden
18	0,002%	2,5988E-10	9,5357E-16	288	nicht vorhanden
19	0,000%	5,0863E-11	1,8663E-16	304	nicht vorhanden
20	0,000%	8,5135E-12	3,1238E-17	320	nicht vorhanden
21	0,000%	1,2133E-12	4,4520E-18	336	nicht vorhanden
22	0,000%	1,4659E-13	5,3788E-19	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,4949E-14	5,4853E-20	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,2814E-15	4,7016E-21	384	nicht vorhanden
25	0,000%	9,1918E-17	3,3727E-22	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			7,16E-12		nicht vorhanden

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

Projekt:

Antragsteller:
 Adresse:
 Bearbeitungsdatum:

Lüssow

naturwind schwerin GmbH
 Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 25.05.2022

Antrag:

8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA:

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

4
 GE 5.5 - 158
 5,5 MW
 158,00 m
 161 m
 25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

4

Schutzobjekt:

Gemeindeweg Lüssow-Ranzin

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

124 m

Risikobewertung nach:
 1-Kollektives Risiko
 2-individuelles Risiko

1

Windverteilung:

Quelle:

F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:

33

Rechtswert:

402345

Hochwert:

5976291

Höhe über Grund/Nabenhöhe:

161 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,4	2,27	0,038	5,67
30	NNO	7,4	2,36	0,061	6,56
60	ONO	7,3	2,47	0,082	6,48
90	O	7,1	2,61	0,07	6,31
120	OSO	7,1	2,88	0,058	6,33
150	SSO	7,3	3,07	0,054	6,53
180	S	8,9	2,73	0,085	7,92
210	SSW	9,9	2,46	0,14	8,78
240	WSW	10,6	2,46	0,179	9,40
270	W	9,8	2,25	0,126	8,68
300	WNW	8,1	2,13	0,067	7,17
330	NNW	6,8	2,4	0,04	6,03
Gesamt		8,7	2,21	1	7,70

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :

8,70 m/s

k-Parameter:

2,21

mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :

7,7 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 (IWAI 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

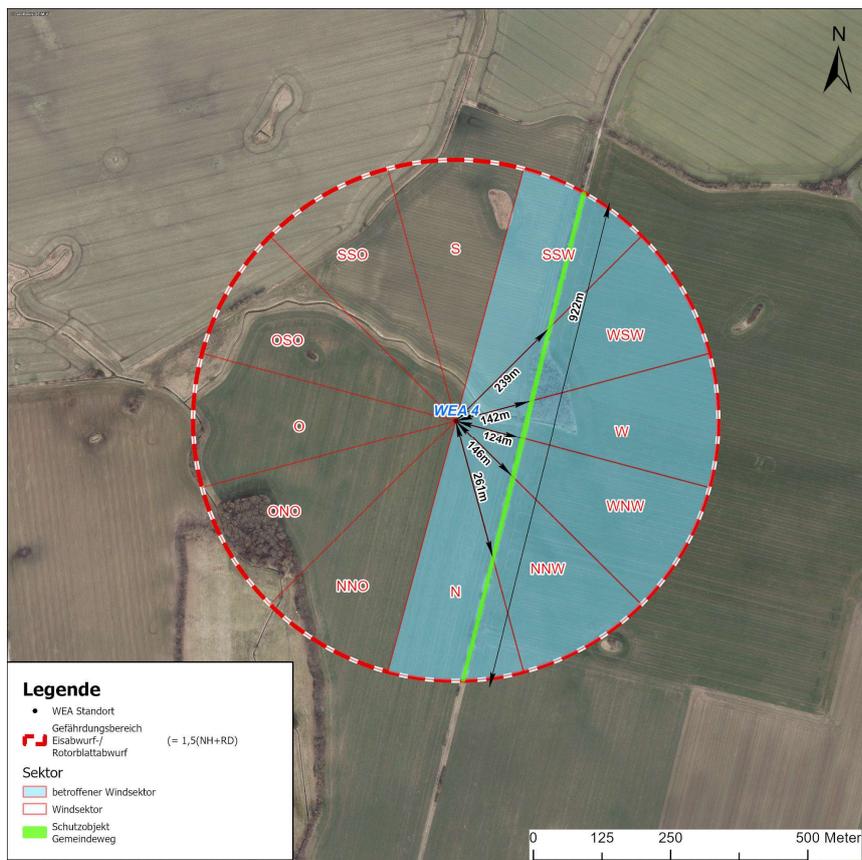
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

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:	Lüssow
Rotordurchmesser geplante WEA:	158,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	161,00 m
Abstand:	478,5 m



Abstand Schutzobjekt: 124 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

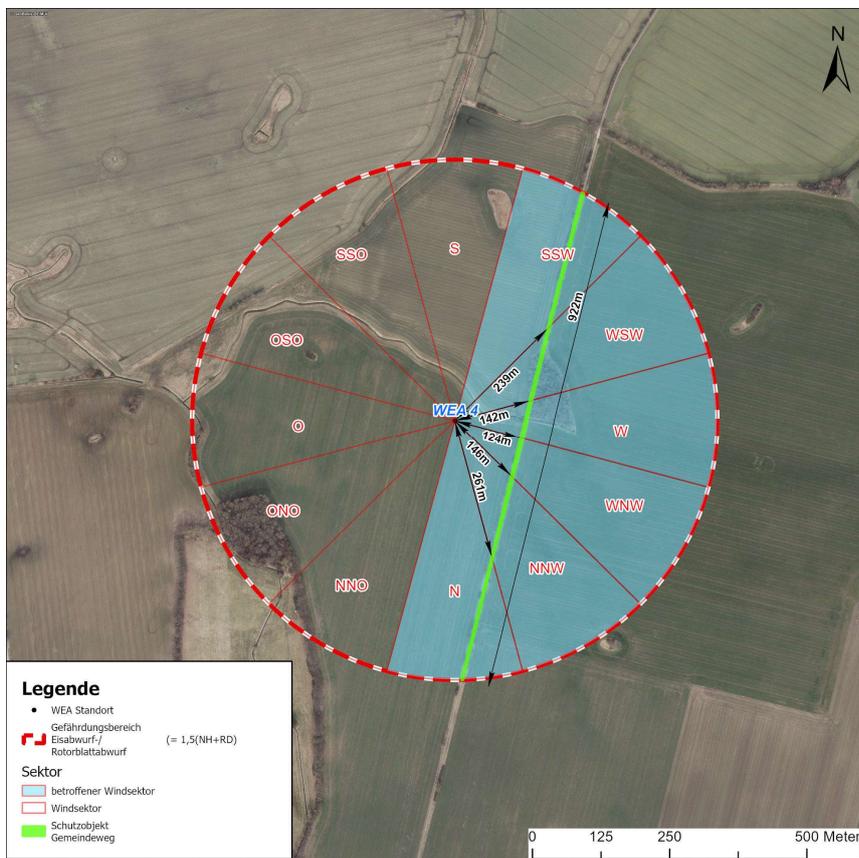
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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		
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag	100	geschätzt (Hin- und Rückweg)
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50 geschätzt (Plattenweg)
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	922 graphisch bestimmt
Aufenthaltszeit für 1 Fahrzeug	s	66,4
Aufenthaltszeit für n Fahrzeuge	s	6638
max. Anzahl der Personen pro Fahrzeug		1,5 nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		3,16E-04
Breite des Schutzobjektes	m	2,8
Länge des Schutzobjektes	m	922
Fläche Schutzobjekt	m ²	2.582
Abstand Fahrzeuge in Abh. von Geschwindigkeit		50 geschätzt
Fahrspuren		1
max. Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich		18
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		28
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	5 Auto
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	138
Trefferwahrscheinlichkeit		5,35E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		1,69E-05



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

Zusammenfassung

Projekt: **Lüssow**
 Antragsteller: naturwind schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 25.05.2022

Antrag: 8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA: **4**
 Anlagentyp: GE 5.5 - 158
 Nennleistung: 5,50 MW
 Rotordurchmesser: 158,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 161 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: **Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 124 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	1,8E-11	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	4,5E-11	ja
240	WSW	nicht vorhanden	5,4E-11	ja
270	W	nicht vorhanden	3,8E-11	ja
300	WNW	nicht vorhanden	2,4E-11	ja
330	NNW	nicht vorhanden	1,8E-11	ja
Gesamt		nicht vorhanden	5,4E-11	

Das Schutzobjekt weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 124m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind N, NNW, WNW, W, WSW und SSW. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

mögliche Maßnahmen zur Risikominimierung:

- Fixierung der Azimut-Position des Rotors nach Eisabschaltung
- Kleinere WEA
- Vergrößerung des Abstandes zwischen WEA und Schutzobjekt
- Rotorblattheizung

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	N
k-Parameter:	6,4 m/s
Häufigkeit %:	2,27 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,038 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 261 m

Risikobewertung nach:

1-kollektives Risiko	
2-individuelles Risiko	1

Grenze der Eintrittswahrscheinlichkeit zum inakzeptablen Risiko

1,00E-03

Windgeschwindigkeit v [m/s]	Weibullverteilung [%]	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses	Eintrittswahrscheinlichkeit des Eisfallereignisses und Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	notwendiger Sicherheitsabstand zum Schutzobjekt D nach /5/ [m]	Gefährdung des Schutzobjektes durch Eisfall
0	0,000%	0,0000E+00	0,0000E+00	0	nicht vorhanden
1	3,308%	2,3798E-07	4,0168E-12	16	nicht vorhanden
2	7,539%	5,4237E-07	9,1544E-12	32	nicht vorhanden
3	11,328%	8,1496E-07	1,3756E-11	48	nicht vorhanden
4	13,842%	9,9576E-07	1,6807E-11	64	nicht vorhanden
5	14,646%	1,0536E-06	1,7783E-11	80	nicht vorhanden
6	13,777%	9,9108E-07	1,6728E-11	96	nicht vorhanden
7	11,668%	8,3941E-07	1,4168E-11	112	nicht vorhanden
8	8,958%	6,4441E-07	1,0877E-11	128	nicht vorhanden
9	6,255%	4,5000E-07	7,5954E-12	144	nicht vorhanden
10	3,980%	2,8635E-07	4,8332E-12	160	nicht vorhanden
11	2,310%	1,6618E-07	2,8048E-12	176	nicht vorhanden
12	1,223%	8,7959E-08	1,4846E-12	192	nicht vorhanden
13	0,590%	4,2456E-08	7,1660E-13	208	nicht vorhanden
14	0,260%	1,8677E-08	3,1524E-13	224	nicht vorhanden
15	0,104%	7,4835E-09	1,2631E-13	240	nicht vorhanden
16	0,038%	2,7288E-09	4,6058E-14	256	nicht vorhanden
17	0,013%	9,0477E-10	1,5271E-14	272	nicht vorhanden
18	0,004%	2,7252E-10	4,5998E-15	288	nicht vorhanden
19	0,001%	7,4499E-11	1,2574E-15	304	nicht vorhanden
20	0,000%	1,8466E-11	3,1167E-16	320	nicht vorhanden
21	0,000%	4,1459E-12	6,9977E-17	336	nicht vorhanden
22	0,000%	8,4236E-13	1,4218E-17	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,5473E-13	2,6116E-18	368	nicht vorhanden
24	0,000%	2,5670E-14	4,3328E-19	384	nicht vorhanden
25	0,000%	3,8429E-15	6,4862E-20	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,78E-11		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:

k-Parameter:

Häufigkeit %:

Vereisungstage am Standort:

Häufigkeit der Vereisung am Standort %:

SSW

9,9 m/s

2,46 [-]

0,14 %

6,91 Tage/Jahr

1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit
 durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:

H - Nabenhöhe:

158 m

161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

239 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	0,871%	2,3091E-07	3,8974E-12	16	nicht vorhanden
2	2,359%	6,2517E-07	1,0552E-11	32	nicht vorhanden
3	4,123%	1,0928E-06	1,8446E-11	48	nicht vorhanden
4	5,942%	1,5749E-06	2,6583E-11	64	nicht vorhanden
5	7,608%	2,0164E-06	3,4034E-11	80	nicht vorhanden
6	8,935%	2,3680E-06	3,9969E-11	96	nicht vorhanden
7	9,781%	2,5924E-06	4,3757E-11	112	nicht vorhanden
8	10,071%	2,6692E-06	4,5053E-11	128	nicht vorhanden
9	9,803%	2,5981E-06	4,3852E-11	144	nicht vorhanden
10	9,047%	2,3978E-06	4,0472E-11	160	nicht vorhanden
11	7,931%	2,1020E-06	3,5479E-11	176	nicht vorhanden
12	6,609%	1,7517E-06	2,9567E-11	192	nicht vorhanden
13	5,238%	1,3884E-06	2,3434E-11	208	nicht vorhanden
14	3,949%	1,0465E-06	1,7664E-11	224	nicht vorhanden
15	2,830%	7,5004E-07	1,2660E-11	240	nicht vorhanden
16	1,928%	5,1089E-07	8,6231E-12	256	nicht vorhanden
17	1,247%	3,3055E-07	5,5793E-12	272	nicht vorhanden
18	0,766%	2,0303E-07	3,4268E-12	288	nicht vorhanden
19	0,446%	1,1829E-07	1,9966E-12	304	nicht vorhanden
20	0,246%	6,5330E-08	1,1027E-12	320	nicht vorhanden
21	0,129%	3,4174E-08	5,7681E-13	336	nicht vorhanden
22	0,064%	1,6918E-08	2,8555E-13	352	nicht vorhanden
23	0,030%	7,9198E-09	1,3367E-13	368	nicht vorhanden
24	0,013%	3,5029E-09	5,9124E-14	384	nicht vorhanden
25	0,006%	1,4626E-09	2,4686E-14	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			4,51E-11		nicht vorhanden

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	WSW	10,6 m/s
k-Parameter:		2,46 [-]
Häufigkeit %:		0,179 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:		
RD - Rotordurchmesser:		158 m
H - Nabenhöhe:		161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: 142 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	0,737%	2,4970E-07	4,2146E-12	16	nicht vorhanden
2	2,000%	6,7771E-07	1,1439E-11	32	nicht vorhanden
3	3,514%	1,1908E-06	2,0100E-11	48	nicht vorhanden
4	5,107%	1,7307E-06	2,9212E-11	64	nicht vorhanden
5	6,619%	2,2430E-06	3,7859E-11	80	nicht vorhanden
6	7,901%	2,6775E-06	4,5192E-11	96	nicht vorhanden
7	8,832%	2,9928E-06	5,0515E-11	112	nicht vorhanden
8	9,329%	3,1615E-06	5,3362E-11	128	nicht vorhanden
9	9,365%	3,1735E-06	5,3564E-11	144	nicht vorhanden
10	8,962%	3,0368E-06	5,1258E-11	160	nicht vorhanden
11	8,192%	2,7760E-06	4,6856E-11	176	nicht vorhanden
12	7,162%	2,4269E-06	4,0963E-11	192	nicht vorhanden
13	5,991%	2,0303E-06	3,4269E-11	208	nicht vorhanden
14	4,798%	1,6258E-06	2,7441E-11	224	nicht vorhanden
15	3,677%	1,2461E-06	2,1032E-11	240	nicht vorhanden
16	2,697%	9,1393E-07	1,5426E-11	256	nicht vorhanden
17	1,892%	6,4125E-07	1,0823E-11	272	nicht vorhanden
18	1,270%	4,3022E-07	7,2616E-12	288	nicht vorhanden
19	0,814%	2,7586E-07	4,6562E-12	304	nicht vorhanden
20	0,499%	1,6895E-07	2,8517E-12	320	nicht vorhanden
21	0,291%	9,8781E-08	1,6673E-12	336	nicht vorhanden
22	0,163%	5,5097E-08	9,2996E-13	352	nicht vorhanden
23	0,086%	2,9299E-08	4,9452E-13	368	nicht vorhanden
24	0,044%	1,4844E-08	2,5054E-13	384	nicht vorhanden
25	0,021%	7,1601E-09	1,2085E-13	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			5,36E-11		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	9,8 m/s
k-Parameter:		2,25 [-]
Häufigkeit %:		0,126 %
Vereisungstage am Standort:		6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:		1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser: 158 m

H - Nabenhöhe: 161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

124 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	1,316%	3,1400E-07	5,2998E-12	16	nicht vorhanden
2	3,062%	7,3048E-07	1,2330E-11	32	nicht vorhanden
3	4,876%	1,1631E-06	1,9631E-11	48	nicht vorhanden
4	6,556%	1,5640E-06	2,6397E-11	64	nicht vorhanden
5	7,945%	1,8952E-06	3,1988E-11	80	nicht vorhanden
6	8,925%	2,1290E-06	3,5934E-11	96	nicht vorhanden
7	9,432%	2,2498E-06	3,7974E-11	112	nicht vorhanden
8	9,456%	2,2555E-06	3,8070E-11	128	nicht vorhanden
9	9,040%	2,1563E-06	3,6396E-11	144	nicht vorhanden
10	8,269%	1,9724E-06	3,3291E-11	160	nicht vorhanden
11	7,252%	1,7299E-06	2,9199E-11	176	nicht vorhanden
12	6,108%	1,4570E-06	2,4593E-11	192	nicht vorhanden
13	4,945%	1,1796E-06	1,9911E-11	208	nicht vorhanden
14	3,851%	9,1868E-07	1,5506E-11	224	nicht vorhanden
15	2,886%	6,8849E-07	1,1621E-11	240	nicht vorhanden
16	2,082%	4,9667E-07	8,3830E-12	256	nicht vorhanden
17	1,446%	3,4493E-07	5,8220E-12	272	nicht vorhanden
18	0,967%	2,3063E-07	3,8928E-12	288	nicht vorhanden
19	0,622%	1,4847E-07	2,5059E-12	304	nicht vorhanden
20	0,386%	9,2009E-08	1,5530E-12	320	nicht vorhanden
21	0,230%	5,4887E-08	9,2641E-13	336	nicht vorhanden
22	0,132%	3,1513E-08	5,3189E-13	352	nicht vorhanden
23	0,073%	1,7410E-08	2,9387E-13	368	nicht vorhanden
24	0,039%	9,2549E-09	1,5621E-13	384	nicht vorhanden
25	0,020%	4,7323E-09	7,9876E-14	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			3,81E-11		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:	8,1 m/s
k-Parameter:	2,13 [-]
Häufigkeit %:	0,067 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

WNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

124 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	2,445%	3,1012E-07	5,2343E-12	16	nicht vorhanden
2	5,145%	6,5261E-07	1,1015E-11	32	nicht vorhanden
3	7,587%	9,6240E-07	1,6244E-11	48	nicht vorhanden
4	9,484%	1,2030E-06	2,0305E-11	64	nicht vorhanden
5	10,659%	1,3520E-06	2,2820E-11	80	nicht vorhanden
6	11,052%	1,4018E-06	2,3661E-11	96	nicht vorhanden
7	10,716%	1,3592E-06	2,2941E-11	112	nicht vorhanden
8	9,791%	1,2420E-06	2,0962E-11	128	nicht vorhanden
9	8,473%	1,0747E-06	1,8140E-11	144	nicht vorhanden
10	6,966%	8,8359E-07	1,4914E-11	160	nicht vorhanden
11	5,453%	6,9166E-07	1,1674E-11	176	nicht vorhanden
12	4,070%	5,1628E-07	8,7142E-12	192	nicht vorhanden
13	2,900%	3,6787E-07	6,2092E-12	208	nicht vorhanden
14	1,974%	2,5041E-07	4,2266E-12	224	nicht vorhanden
15	1,284%	1,6293E-07	2,7500E-12	240	nicht vorhanden
16	0,799%	1,0136E-07	1,7109E-12	256	nicht vorhanden
17	0,476%	6,0318E-08	1,0181E-12	272	nicht vorhanden
18	0,271%	3,4337E-08	5,7957E-13	288	nicht vorhanden
19	0,147%	1,8702E-08	3,1567E-13	304	nicht vorhanden
20	0,077%	9,7469E-09	1,6451E-13	320	nicht vorhanden
21	0,038%	4,8606E-09	8,2040E-14	336	nicht vorhanden
22	0,018%	2,3193E-09	3,9147E-14	352	nicht vorhanden
23	0,008%	1,0590E-09	1,7874E-14	368	nicht vorhanden
24	0,004%	4,6262E-10	7,8085E-15	384	nicht vorhanden
25	0,002%	1,9336E-10	3,2637E-15	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			2,37E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	6,8 m/s
k-Parameter:	2,4 [-]
Häufigkeit %:	0,04 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

NNW

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes

1,69E-05

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:

RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:

146 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	2,387%	1,8075E-07	3,0508E-12	16	nicht vorhanden
2	6,034%	4,5693E-07	7,7124E-12	32	nicht vorhanden
3	9,755%	7,3871E-07	1,2468E-11	48	nicht vorhanden
4	12,692%	9,6113E-07	1,6223E-11	64	nicht vorhanden
5	14,227%	1,0774E-06	1,8184E-11	80	nicht vorhanden
6	14,125%	1,0696E-06	1,8054E-11	96	nicht vorhanden
7	12,582%	9,5277E-07	1,6081E-11	112	nicht vorhanden
8	10,117%	7,6610E-07	1,2931E-11	128	nicht vorhanden
9	7,364%	5,5763E-07	9,4120E-12	144	nicht vorhanden
10	4,856%	3,6775E-07	6,2072E-12	160	nicht vorhanden
11	2,901%	2,1971E-07	3,7083E-12	176	nicht vorhanden
12	1,569%	1,1881E-07	2,0053E-12	192	nicht vorhanden
13	0,767%	5,8075E-08	9,8023E-13	208	nicht vorhanden
14	0,338%	2,5624E-08	4,3250E-13	224	nicht vorhanden
15	0,135%	1,0188E-08	1,7195E-13	240	nicht vorhanden
16	0,048%	3,6432E-09	6,1493E-14	256	nicht vorhanden
17	0,015%	1,1697E-09	1,9743E-14	272	nicht vorhanden
18	0,004%	3,3655E-10	5,6806E-15	288	nicht vorhanden
19	0,001%	8,6609E-11	1,4618E-15	304	nicht vorhanden
20	0,000%	1,9897E-11	3,3584E-16	320	nicht vorhanden
21	0,000%	4,0730E-12	6,8746E-17	336	nicht vorhanden
22	0,000%	7,4149E-13	1,2515E-17	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1983E-13	2,0226E-18	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,7160E-14	2,8964E-19	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,1734E-15	3,6684E-20	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,82E-11		nicht vorhanden

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

Projekt:

Lüssow

Antragsteller:

naturwind schwerin GmbH

Adresse:

Schelfstraße 35, 19055 Schwerin

Bearbeitungsdatum:

25.05.2022

Antrag:

8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA:

5

Anlagentyp:

GE 5.5 - 158

Nennleistung:

5,5 MW

Rotordurchmesser:

158,00 m

Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung):

161 m

Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit:

25 m/s

Schutzobjekt-Nr.:

5

Schutzobjekt:

Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin

minimaler Abstand der geplanten
 WEA zum Schutzobjekt:

413 m

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Windverteilung:

Quelle:

F2E-2020-TGH-051 Rev.5 11/2021

Standort Koordinaten (ETRS 89) Zone:

33

Rechtswert:

402345

Hochwert:

5976291

Höhe über Grund/Nabenhöhe:

161 m

Sektor		A-Parameter [m/s]	k-Parameter [-]	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschwindigkeit [m/s]
0	N	6,4	2,27	0,038	5,67
30	NNO	7,4	2,36	0,061	6,56
60	ONO	7,3	2,47	0,082	6,48
90	O	7,1	2,61	0,07	6,31
120	OSO	7,1	2,88	0,058	6,33
150	SSO	7,3	3,07	0,054	6,53
180	S	8,9	2,73	0,085	7,92
210	SSW	9,9	2,46	0,14	8,78
240	WSW	10,6	2,46	0,179	9,40
270	W	9,8	2,25	0,126	8,68
300	WNW	8,1	2,13	0,067	7,17
330	NNW	6,8	2,4	0,04	6,03
Gesamt		8,7	2,21	1	7,70

aktueller Standort mittlere Werte für Weibull-Daten

A_{mittel} :

8,70 m/s

k-Parameter:

2,21

mittlere Windgeschwindigkeit v_{mittel} :

7,7 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 (IWAI 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

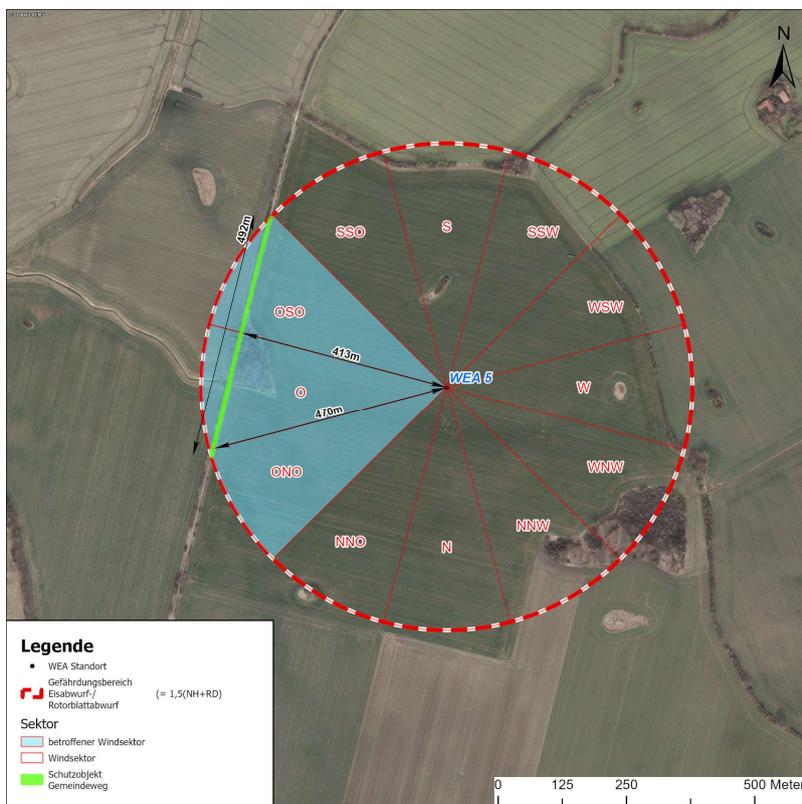
- /3/ International Energy Agency (IEA), International Recommendations for Ice Fall and Ice Throw Risk Assessments, IES Wind TCP Task 19, Oktober 2018

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:	Lüssow
Rotordurchmesser geplante WEA:	158,00 m
Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung)	161,00 m
Abstand:	478,5 m



Abstand Schutzobjekt: 413 m

Maßnahmen zur Eiserkennung sind notwendig.

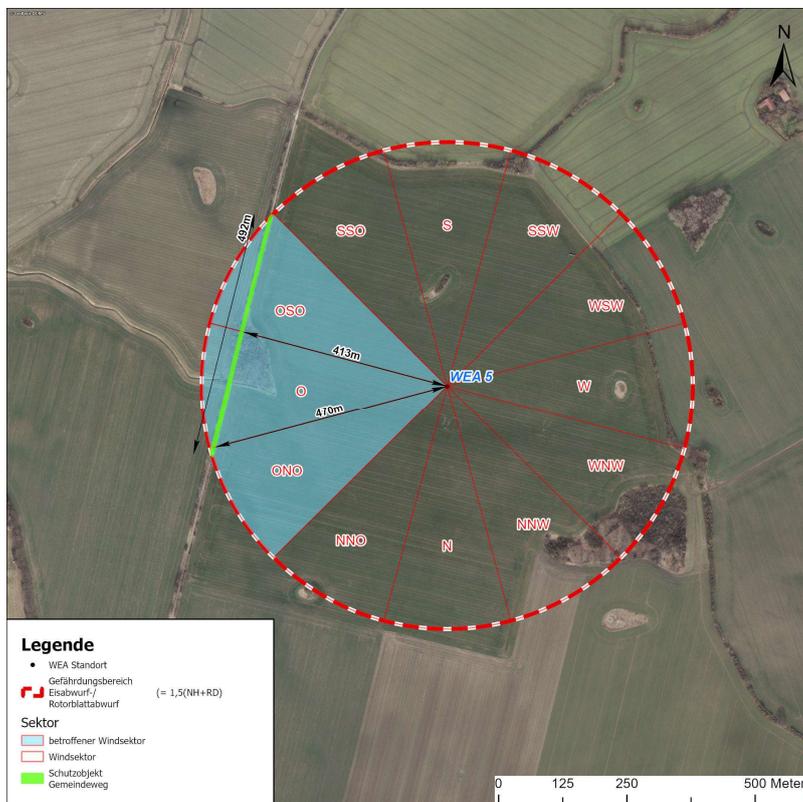
Maßnahmen: Die WEA wird mit einer funktionssicheren Eiserkennung ausgestattet.

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	
Kategorie		Weg
Anzahl der Fahrzeuge pro Tag		100 geschätzt (Hin- und Rückweg)
Durchschnittsgeschwindigkeit	km/h	50 geschätzt (Plattenweg)
Strecke im Gefahrenbereich der betrachteten WEA	m	492 graphisch bestimmt
Aufenthaltszeit für 1 Fahrzeug	s	35,4
Aufenthaltszeit für n Fahrzeuge	s	3542
max. Anzahl der Personen pro Fahrzeug		1,5 nach /7/
Aufenthaltswahrscheinlichkeit		1,68E-04
Breite des Schutzobjektes	m	2,8
Länge des Schutzobjektes	m	492
Fläche Schutzobjekt	m ²	1.378
Abstand Fahrzeuge in Abh. von Geschwindigkeit		50 geschätzt
Fahrspuren		1
max. Anzahl der Fahrzeuge im Gefahrenbereich		10
Anzahl der Personen im Gefahrenbereich		15
Trefferfläche (5m ² Pro Auto, 0,5m ² pro Person)	m ²	5
Gesamttrefferfläche (absolut)	m ²	73
Trefferwahrscheinlichkeit		5,30E-02
Gefährdungswahrscheinlichkeit		8,93E-06



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

Zusammenfassung

Projekt: **Lüssow**
 Antragsteller: naturwind schwerin GmbH
 Adresse: Schelfstraße 35, 19055 Schwerin
 Bearbeitungsdatum: 25.05.2022

Antrag: 8 WEA GE 5.5 - 158

Untersuchung zur geplanten WEA: **5**
 Anlagentyp: GE 5.5 - 158
 Nennleistung: 5,50 MW
 Rotordurchmesser: 158,00 m
 Nabenhöhe (incl. Fundamenterhöhung): 161 m
 Betrieb bis max. Windgeschwindigkeit: 25 m/s

Schutzobjekt: **Gemeindegeweg Lüssow-Ranzin**
 minimaler Abstand der geplanten WEA zum Schutzobjekt: 413 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	1,9E-11

Das Schutzobjekt weist zur geplanten WEA einen kürzesten Abstand von 413m auf. Die relevanten Windrichtungen zum Schutzobjekt sind ONO, O und OSO. Die WEA ist mit einem Eiserkennungssystem auszurüsten. Die Gefährdungsbetrachtung des Eisfalls am stillstehenden bzw. trudelndem Rotor haben ergeben, dass eine Gefährdung durch die geplante WEA nicht vorhanden ist. Weitere Maßnahmen zur Risikominimierung sind nicht notwendig.

Keine weiteren Maßnahmen notwendig.

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

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	ONO
k-Parameter:	7,3 m/s
Häufigkeit %:	2,47 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,082 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes **8,93E-06**

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: **470 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	1,808%	2,8060E-07	2,5054E-12	16	nicht vorhanden
2	4,842%	7,5173E-07	6,7119E-12	32	nicht vorhanden
3	8,192%	1,2716E-06	1,1354E-11	48	nicht vorhanden
4	11,144%	1,7300E-06	1,5446E-11	64	nicht vorhanden
5	13,099%	2,0334E-06	1,8156E-11	80	nicht vorhanden
6	13,697%	2,1263E-06	1,8985E-11	96	nicht vorhanden
7	12,914%	2,0047E-06	1,7899E-11	112	nicht vorhanden
8	11,049%	1,7152E-06	1,5314E-11	128	nicht vorhanden
9	8,603%	1,3355E-06	1,1924E-11	144	nicht vorhanden
10	6,101%	9,4713E-07	8,4565E-12	160	nicht vorhanden
11	3,940%	6,1158E-07	5,4605E-12	176	nicht vorhanden
12	2,314%	3,5919E-07	3,2070E-12	192	nicht vorhanden
13	1,234%	1,9159E-07	1,7106E-12	208	nicht vorhanden
14	0,597%	9,2647E-08	8,2720E-13	224	nicht vorhanden
15	0,261%	4,0536E-08	3,6193E-13	240	nicht vorhanden
16	0,103%	1,6014E-08	1,4298E-13	256	nicht vorhanden
17	0,037%	5,7000E-09	5,0893E-14	272	nicht vorhanden
18	0,012%	1,8240E-09	1,6285E-14	288	nicht vorhanden
19	0,003%	5,2355E-10	4,6746E-15	304	nicht vorhanden
20	0,001%	1,3451E-10	1,2010E-15	320	nicht vorhanden
21	0,000%	3,0862E-11	2,7555E-16	336	nicht vorhanden
22	0,000%	6,3100E-12	5,6340E-17	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,1472E-12	1,0242E-17	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,8504E-13	1,6521E-18	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,6425E-14	2,3594E-19	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,90E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

	0
A-Parameter:	7,1 m/s
k-Parameter:	2,61 [-]
Häufigkeit %:	0,07 %
Vereisungstage am Standort:	6,91 Tage/Jahr
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes	8,93E-06
---	----------

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt:	413 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	1,557%	2,0632E-07	1,8421E-12	16	nicht vorhanden
2	4,609%	6,1078E-07	5,4534E-12	32	nicht vorhanden
3	8,264%	1,0951E-06	9,7778E-12	48	nicht vorhanden
4	11,669%	1,5464E-06	1,3807E-11	64	nicht vorhanden
5	14,005%	1,8560E-06	1,6571E-11	80	nicht vorhanden
6	14,716%	1,9502E-06	1,7413E-11	96	nicht vorhanden
7	13,707%	1,8165E-06	1,6219E-11	112	nicht vorhanden
8	11,371%	1,5070E-06	1,3455E-11	128	nicht vorhanden
9	8,409%	1,1144E-06	9,9497E-12	144	nicht vorhanden
10	5,536%	7,3357E-07	6,5498E-12	160	nicht vorhanden
11	3,236%	4,2877E-07	3,8283E-12	176	nicht vorhanden
12	1,674%	2,2178E-07	1,9802E-12	192	nicht vorhanden
13	0,763%	1,0114E-07	9,0301E-13	208	nicht vorhanden
14	0,306%	4,0494E-08	3,6155E-13	224	nicht vorhanden
15	0,107%	1,4175E-08	1,2656E-13	240	nicht vorhanden
16	0,033%	4,3192E-09	3,8564E-14	256	nicht vorhanden
17	0,009%	1,1406E-09	1,0184E-14	272	nicht vorhanden
18	0,002%	2,5988E-10	2,3204E-15	288	nicht vorhanden
19	0,000%	5,0863E-11	4,5414E-16	304	nicht vorhanden
20	0,000%	8,5135E-12	7,6013E-17	320	nicht vorhanden
21	0,000%	1,2133E-12	1,0833E-17	336	nicht vorhanden
22	0,000%	1,4659E-13	1,3088E-18	352	nicht vorhanden
23	0,000%	1,4949E-14	1,3348E-19	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,2814E-15	1,1441E-20	384	nicht vorhanden
25	0,000%	9,1918E-17	8,2070E-22	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,74E-11		nicht vorhanden

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

Eisfall

Wind aus Richtung (Sektor):

A-Parameter:	OSO
k-Parameter:	7,1 m/s
Häufigkeit %:	2,88 [-]
Vereisungstage am Standort:	0,058 %
Häufigkeit der Vereisung am Standort %:	6,91 Tage/Jahr
	1,89%

Gefährdungswahrscheinlichkeit durch Frequentierung des Schutzobjektes **8,93E-06**

Sicherheitsabstand nach Seifert /5/

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

v - Windgeschwindigkeit in Nabenhöhe:	
RD - Rotordurchmesser:	158 m
H - Nabenhöhe:	161 m

minimaler Abstand von WEA zum Schutzobjekt: **413 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	1,014%	1,1139E-07	9,9455E-13	16	nicht vorhanden
2	3,651%	4,0088E-07	3,5793E-12	32	nicht vorhanden
3	7,386%	8,1103E-07	7,2414E-12	48	nicht vorhanden
4	11,388%	1,2504E-06	1,1165E-11	64	nicht vorhanden
5	14,576%	1,6005E-06	1,4290E-11	80	nicht vorhanden
6	15,968%	1,7533E-06	1,5655E-11	96	nicht vorhanden
7	15,123%	1,6606E-06	1,4826E-11	112	nicht vorhanden
8	12,392%	1,3607E-06	1,2149E-11	128	nicht vorhanden
9	8,749%	9,6072E-07	8,5778E-12	144	nicht vorhanden
10	5,287%	5,8053E-07	5,1833E-12	160	nicht vorhanden
11	2,711%	2,9772E-07	2,6582E-12	176	nicht vorhanden
12	1,169%	1,2836E-07	1,1461E-12	192	nicht vorhanden
13	0,420%	4,6064E-08	4,1129E-13	208	nicht vorhanden
14	0,124%	1,3615E-08	1,2156E-13	224	nicht vorhanden
15	0,030%	3,2788E-09	2,9275E-14	240	nicht vorhanden
16	0,006%	6,3634E-10	5,6816E-15	256	nicht vorhanden
17	0,001%	9,8429E-11	8,7883E-16	272	nicht vorhanden
18	0,000%	1,1999E-11	1,0713E-16	288	nicht vorhanden
19	0,000%	1,1399E-12	1,0178E-17	304	nicht vorhanden
20	0,000%	8,3453E-14	7,4511E-19	320	nicht vorhanden
21	0,000%	4,6549E-15	4,1562E-20	336	nicht vorhanden
22	0,000%	1,9561E-16	1,7465E-21	352	nicht vorhanden
23	0,000%	6,1235E-18	5,4674E-23	368	nicht vorhanden
24	0,000%	1,4120E-19	1,2607E-24	384	nicht vorhanden
25	0,000%	2,3714E-21	2,1174E-26	400	nicht vorhanden
Abschließende Bewertung			1,57E-11		nicht vorhanden

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

Anhang: Standort 1

Gesamtgefährdung - Bestimmung des kumulierten Risikos

Schutzobjekt: Verbindungsweg Lüssow-Ranzin

Risikobewertung nach:

1-Kollektives Risiko

2-individuelles Risiko

1

Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt durch WEA 2 (siehe Eisfall)

1,68E-05

Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt durch WEA 4 (siehe Eisfall)

1,69E-05

Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt durch WEA 5 (siehe Eisfall)

8,93E-06

Ereignishäufigkeit Turmversagen nach /1/

4,0E-05

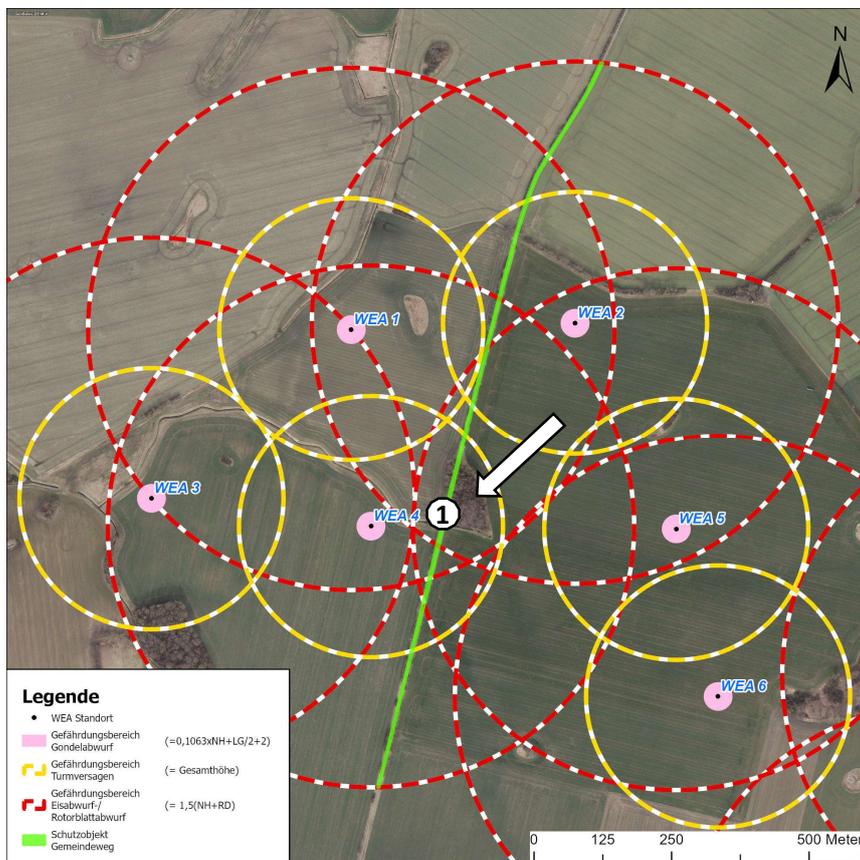
Ereignishäufigkeit Rotorblattabwurf nach /1/ und /2/

8,0E-05

WEA	Gesamtgefährdung durch Eisfall	Gesamtgefährdungswahrscheinlichkeit des Turmversagens unter Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	Gesamtgefährdungswahrscheinlichkeit des Rotorblattabwurfs unter Berücksichtigung der Gefährdungswahrscheinlichkeit am Schutzobjekt	Gesamtgefährdung durch WEA
2	3,6E-11	6,70E-10	1,34E-09	2,05E-09
4	5,4E-11	6,75E-10	1,35E-09	2,08E-09
5	1,90E-11	7,14E-10	7,14E-10	1,45E-09
kumuliertes Risiko				4,13E-09

Die Gesamtgefährdung ist nach Grenzwerten der IEA

akzeptabel.



/1/ Landesenergieagentur Hessen, 06.06.2018, Faktencheck: Sicherheit von Windenergieanlagen - Kurzdokumentation, Themenblock II Rotorblattbruch, Gondelabwurf und Standsicherheit

/2/ TÜV Nord, Dr. Monika Polster, Standsicherheit, Rotorblattbruch und Turmversagen, Giesen 06.06.2018