

The logo for Ramboll, featuring the word "RAMBOLL" in white, uppercase letters on a blue rectangular background. A white lightning bolt symbol is positioned above the letter "O".

Eisfallgutachten für
acht Windenergieanlagen
am Standort

Förderstedt

(Sachsen-Anhalt)

Datum: 09.10.2020

20-1-3072-001-EBE

Auftraggeber:

Windwärts Energie GmbH

Hanomaghof 1 | 30449 Hannover

356003251

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Jeany Behrens, M.Sc.

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Fax 0561 / 288 573-19

Das vorliegende Eisfallgutachten für den Standort Förderstedt (Brandenburg) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Oktober 2020 von der Windwärts Energie GmbH in Auftrag gegeben und gemäß dem Stand von Wissenschaft und Technik nach bestem Wissen und Gewissen unparteiisch erstellt.

Für die physikalische Einhaltung der prognostizierten Ergebnisse des Eisfallgutachtens werden seitens des Gutachters keine Garantien übernommen.

Alle Rechte an diesem Bericht sind der Ramboll Deutschland GmbH vorbehalten. Dieses Dokument darf, mit Ausnahme des Auftraggebers, der Genehmigungsbehörden und der finanzierenden Banken, weder in Teilen noch in vollem Umfang ohne vorherige schriftliche Zustimmung der Ramboll Deutschland GmbH reproduziert oder unter Verwendung elektronischer Systeme verarbeitet, vervielfältigt oder verbreitet werden.

	Nr.	Datum	Bearbeiter/in	Beschreibung
Original	000	07.09.2020	J. Behrens	Planung von 8 WEA
Nachtrag	001	09.10.2020	J. Behrens	Koordinatenänderung der WEA Förd 04

Kassel, 09.10.2020



Jeany Behrens, M.Sc.
(Bearbeiter)



Dipl.-Geogr. Marc Brüning
(Prüfer)

Inhalt:

1	Aufgabenstellung	4
2	Grundlagen	5
	2.1 Windenergieanlagen	5
	2.2 Automatische Eisabschaltung	5
	2.3 Vereisungspotential	7
	2.4 Hauptwindrichtung	9
	2.5 Rechtlicher Rahmen	11
3	Gefährdungsbereiche	14
4	Risikoanalyse	26
	4.1 Grundlagen der Risikoermittlung	26
	4.2 Grundlagen Bewertung des Risikos	27
	4.3 Risikoanalyse am Standort Förderstedt	27
5	Literaturverzeichnis	32
6	Anhang	33

2 Grundlagen

2.1 Windenergieanlagen

Am Standort Förderstedt sind sechs Windenergieanlagen des Typs Vestas V162 und zwei WEA des Typs Enercon E-160 EP5 geplant. Die Koordinaten und Kenndaten der geplanten WEA sowie die der Vorbelastungs-WEA können Tabelle 1 entnommen werden. Als Vorbelastungs-WEA werden die WEA definiert, welche Überschneidungen der Risikozonen mit denen der geplanten WEA aufweisen (siehe Abbildung 3).

Tabelle 1: WEA-Kenndaten

Nr.	Typ	Naben- höhe [m]	Rotor- durch- messer [m]	Gesamt- höhe [m]	UTM ETRS89, Zone 32		Ar ^{t*}
					Rechtswert	Hochwert	
Förd 01	Vestas V162	169	162	250	684.275	5.750.983	ZB
Förd 02	Vestas V162	169	162	250	684.026	5.750.604	ZB
Förd 03	Vestas V162	169	162	250	684.700	5.750.815	ZB
Förd 04	Vestas V162	169	162	250	684.390	5.750.413	ZB
Förd 05	Vestas V162	169	162	250	684.847	5.750.390	ZB
Förd 06	Vestas V162	169	162	250	684.601	5.750.002	ZB
Förd 07	ENERCON E-160 EP5	166,6	160	246,6	684.056	5.751.331	ZB
Förd 08	ENERCON E-160 EP5	166,6	160	246,6	683.893	5.749.602	ZB
För-E3	ENERCON E-82 E2-2.300	138,4	82,0	179,4	683.609	5.749.878	VB
Förd HWI A01	NORDEX N60	85,0	60,0	115,0	684.018	5.749.996	VB
Förd HWI A05	NORDEX N60	85,0	60,0	115,0	683.580	5.750.838	VB
Förd HWIII- F01	NORDEX N90	100,0	90,0	145,0	683.536	5.750.539	VB
Förd HWIII- F04	NORDEX N90	100,0	90,0	145,0	683.781	5.750.329	VB

*) ZB = Zusatzbelastung; VB = Vorbelastung

2.2 Automatische Eisabschaltung

Für Windenergieanlagen stehen verschiedene Eisermkennungsmöglichkeiten zur Verfügung, welche die Anlagen bei Eisansatz stoppen. Bei Signalisierung eines der unten beschriebenen

Mechanismen wird die Windenergieanlage bei Vereisung standardmäßig abgeschaltet und geht in den Trudelbetrieb über. Aufgrund der automatischen Eisabschaltung kommt es zu keinem Eiswurf im Leistungsbetrieb. Ein Trudelbetrieb mit drei Umdrehungen pro Minute wird in den folgenden Berechnungen berücksichtigt.

Der folgende Mechanismus detektiert Eis am Rotorblatt von WEA des Herstellers Enercon:

- Eisansatzerkennung nach dem Kennlinienverfahren
Bei Temperaturen unter 2 °C wird das Verfahren automatisch aktiviert. Falls die erzielte elektrische Leistung von den Referenzwerten des unvereisten Produktionsbetriebs abweicht, wird von einer Veränderung der aerodynamischen Beiwerte der Rotorblätter aufgrund von Vereisung ausgegangen und die Anlage abgeschaltet. Im Volllastbetrieb wird bei Eisansatz u.U. dennoch die maximale elektrische Leistung erbracht, jedoch mittels Anpassung der Rotorblattwinkel. Deshalb werden zusätzlich die Rotorblattwinkel mit den Referenzwerten des unvereisten Betriebs verglichen und bei Abweichungen von einer Veränderung der aerodynamischen Beiwerte der Rotorblätter aufgrund von Vereisung ausgegangen und die Anlage abgeschaltet.

Der folgende Mechanismus detektiert Eis am Rotorblatt von WEA des Herstellers Vestas:

Ein in die WEA integriertes VID-System (Vestas Eiserkennung) ermöglicht bei Windenergieanlagen des Herstellers Vestas die Registrierung von Eisansatz und unterbricht den Anlagenbetrieb. Über Sensoren in jedem Rotorblatt werden die Schwingungsfrequenzen des Rotorblatts gemessen und überwacht. Bei Eisansatz erfolgt eine Änderung der Grundfrequenz. Sofern der Schwellenwert bei Temperaturen von weniger als 5 °C überschritten ist, wird der Anlagenbetrieb über einen direkt mit der Nabensteuerung verbundenen Schaltschrank unterbrochen.

In diesem Gutachten wird vorausgesetzt, dass mindestens ein entsprechender Detektionsmechanismus in die Steuerung der geplanten WEA eingebaut wird.

Des Weiteren sind i.d.R. derartige technische Einrichtungen im Rahmen der verpflichtenden, wiederkehrenden Prüfung zur Standsicherheit bzw. bei Wartung der Anlagen mit zu prüfen und unterliegen somit einer turnusmäßigen Funktionsfähigkeitsprüfung [2] [3]. Dementsprechend wird der Funktionssicherheit der automatischen Eisabschaltung genügend Rechnung getragen und es

bedarf keiner weitergehenden deterministischen Risikoabschätzung.¹ Besondere deterministische Sicherheitskonzepte zu Abschaltssystemen bei Eisansatz sind bei Windenergieanlagen in aller Regel nicht gefordert. Einzuhalten ist der Stand der Technik i.S.d. § 49 I i.V.m. Abs. 2 Nr. 1 EnWG² i.V.m. § 5 I BImSchG³. Entsprechend müssen die technischen Einrichtungen zur automatischen Abschaltung durch eine gutachterliche Stellungnahme auf die Funktionssicherheit geprüft werden.⁴ Dies ist i.d.R. der Fall und wird hier angenommen.

2.3 Vereisungspotential

Vereisungen an Rotorblättern sind verschiedenartig und von diversen meteorologischen Bedingungen abhängig. Sie unterliegen bestimmten Wetterlagen, die mehrere Tage oder Wochen anhalten können. Eisansatz kann das gesamte Rotorblatt oder auch nur Teile, meist im Blattspitzenbereich, umfassen und entsteht im Wesentlichen durch Kondensation oder Sublimation des Wasserdampfes in der Luft. Die Eisbildung erfolgt am Blatt sowohl an der Vorder- und/oder Hinterkante, als auch an der Spitze, welche den höchsten Rotationsgeschwindigkeiten ausgesetzt ist.

Zur Abschätzung des Vereisungspotentials werden auf Grund des Fehlens realer Messdaten für den Standort Reanalysedaten des Europäischen Zentrums für Mittelfristvorhersage (ECMWF) [4] herangezogen. Die ERA-5 Daten sind Ergebnisse von Computersimulationen mit dem WRF-Modell (Weather Research & Forecasting Model) und beruhen auf Reanalysen des ECMWF. Die Daten werden mit Hilfe einer mesoskaligen WRF-Modellkaskade bis auf eine Auflösung von drei Kilometer herunterskaliert. Die Güte des Reanalysedatensatzes wird anhand von verschiedenen realen Messwerten in unterschiedlichen Regionen überprüft und kann zur Abschätzung eines möglichen Eisansatzes herangezogen werden. Für die Analyse wird ein Langzeitdatensatz für den Zeitraum 1999 bis 2020 in stündlicher Auflösung herangezogen. Als Eingangsdaten werden folgende Parameter verwendet:

- Temperatur in 200 m (T_{200}) über Grund;
- Relative Luftfeuchtigkeit (RF) in 200 m über Grund.

¹ Vgl. auch VG Minden, Beschluss v. 13.12.2012 – 11 L 529/12.

² Energiewirtschaftsgesetz vom 7. Juli 2005 (BGBl. I S. 1970, 3621), das durch Artikel 6 des Gesetzes vom 13. Oktober 2016 (BGBl. I S. 2258) geändert worden ist.

³ Bundes-Immissionsschutzgesetz in der Fassung der Bekanntmachung vom 17. Mai 2013 (BGBl. I S. 1274), das durch Artikel 1 des Gesetzes vom 2. Juli 2013 (BGBl. I S. 1943) geändert worden ist.

⁴ Vgl. Windenergie-Erlass NRW

Zur Abschätzung des Vereisungspotenzials werden zwei Szenarien berechnet. Anhand der Datengrundlage und der Komplexität der meteorologischen Situationen können die folgenden Betrachtungen nur eine Abschätzung des möglichen Vereisungspotenzials geben. Szenario 1 zeigt auf wie viele Tage mit Vereisungsbedingungen (Eistage) meteorologisch im Jahr am Standort Förderstedt durchschnittlich vorkommen können und dient der Überprüfung der Datengüte. Szenario 2 zeigt dagegen auf, an wie vielen Tagen im Jahr mit Eisansatz an den Rotorblättern zu rechnen ist.

In den Berechnungen werden auch die Monate des Sommerhalbjahrs (April bis September) berücksichtigt, selbst wenn die Wahrscheinlichkeit von Eisansatz an den WEA in diesen Monaten sehr gering ist.

Ein Eistag ist ein Tag, an dem meteorologisch das Maximum der Lufttemperatur unterhalb des Gefrierpunktes (unter 0,0 °C) liegt, d.h. es herrscht Dauerfrost [5]. In Szenario 1 wird dieses Kriterium unter Zuhilfenahme des ERA-5-Datensatzes angewandt. Für die Referenzperiode 1999 bis 2020 ergeben sich durchschnittlich 19,7 Eistage pro Jahr, was einer Häufigkeit von ca. 5,4 % entspricht. Eine Analyse des Deutschen Wetterdienstes stützt diese Ergebnisse, in der 20 bis 30 Eistage für die Referenzperiode 1961 bis 1990 berechnet worden sind [6]. In der Analyse des DWD wurden reale Stationsdaten mittels statistischer Verfahren auf eine Gitterstruktur mit 1-km Raster übertragen. Eine Darstellung befindet sich im Anhang.

Das zweite Szenario berücksichtigt zusätzlich den Einfluss der Luftfeuchtigkeit (RF), um mögliche Vereisungen der Rotorblätter abzuschätzen und das Potential für Eisansatz am Standort Förderstedt zu ermitteln. Aufgrund der Komplexität der Atmosphäre sowie der zur Verfügung stehenden messbaren meteorologischen Parameter kann nur eine Abschätzung des tatsächlichen Vereisungspotentials erfolgen.

Als Kriterium für Eisansatz werden nur Daten mit der Bedingung $T_{200} \leq 2 \text{ °C}$ und $RF \geq 95 \%$ verwendet. Hier wird im Gegensatz zu Szenario 1 die Temperatur leicht oberhalb des Gefrierpunktes berücksichtigt, da unter diesen Bedingungen bereits mit Eisansatz zu rechnen ist. Daten der relativen Luftfeuchte lagen nur für 2 m über Grund vor. Um die Höhendifferenz dieser Daten im Vergleich zur WEA-Nabenhöhe zu berücksichtigen, werden konservativ alle Werte $\geq 95 \%$ zugelassen.

Daneben werden Faktoren, wie die Inkubationszeit und die Erholungsphase, berücksichtigt. Die Inkubationszeit ist die Zeit, die benötigt wird, bis es zu einem tatsächlichen Eisansatz an der WEA

kommt. Die Dauer ist dabei u.a. abhängig von der Oberflächenbeschaffenheit als auch deren Temperatur, dem Wassergehalt sowie der Größe der Wassertropfen in der Luft. Die Erholungsphase ist die Zeit, in der das Eis schmilzt (sublimiert) und abfällt.

Die Auswertung der Jahre 1999 bis 2020 für den Standort Förderstedt ergibt im Durchschnitt 2,9 Vereisungstage pro Jahr. Die jährliche Vereisungshäufigkeit entspricht somit etwa 0,8 %. Diese Werte werden in der folgenden Risikoanalyse herangezogen.

2.4 Hauptwindrichtung

Die Windrichtungsverteilung der im Kapitel 2.3 zugrunde gelegten Daten nach Anwendung des Kriteriums $T_{200} \leq 2 \text{ °C}$ und $RF \geq 95 \text{ %}$ (Szenario 2) ist in Abbildung 2 dargestellt. Die verwendete Windgeschwindigkeit und -richtung beziehen sich auf eine Höhe von 200 m über Grund. Die gezeigten Windgeschwindigkeiten unterliegen keiner Skalierung und repräsentieren den „worst-case“. Die Hauptwindrichtung (Referenzperiode 1999 bis 2020) ist Westnordwest (30,1 %). Hier treten auch die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten mit bis zu 11,1 m/s auf (vgl. Tabelle 2).

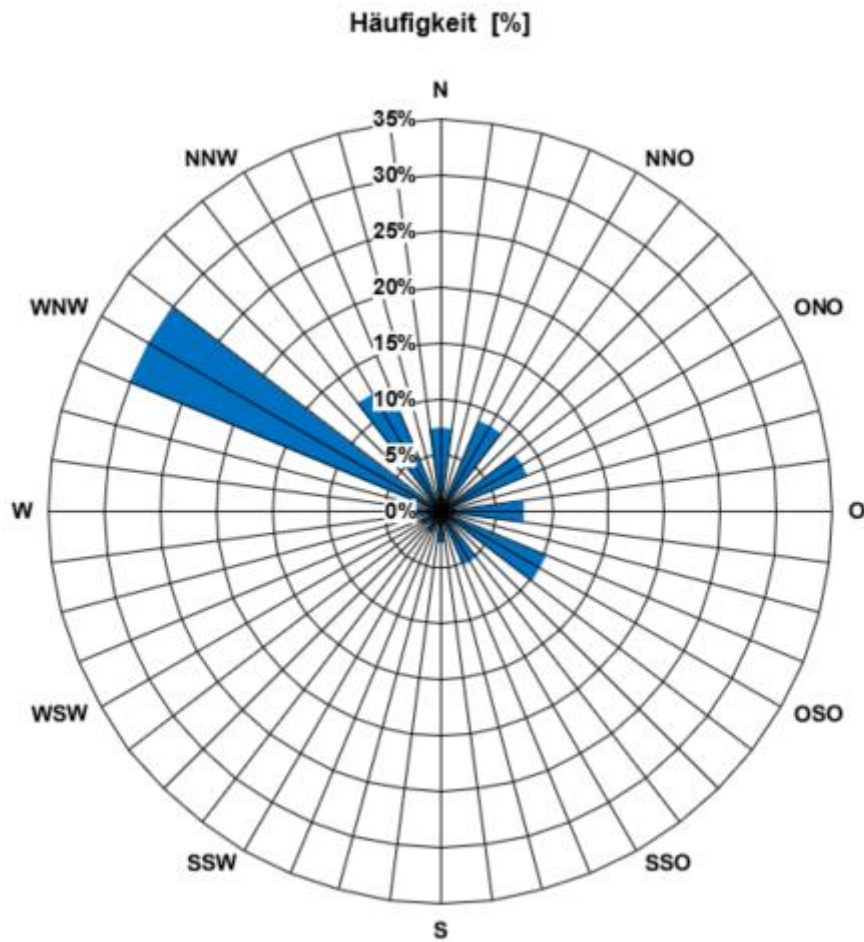


Abbildung 2: Windrose der gefilterten Daten in 200 m Höhe nach Szenario 2 für die Jahre 1999 bis 2020 am Standort Förderstedt

Tabelle 2: Mittlere Windgeschwindigkeit und Häufigkeit in 200 m Höhe in Abhängigkeit der Windrichtung der gefilterten Daten nach Szenario 2 für die Jahre 1999 bis 2020 am Standort Förderstedt

Windrichtungssektor	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschw.[m/s]
N	7,5	7,0
NNO	8,8	6,6
ONO	8,4	6,3
O	7,4	6,0
OSO	10,2	6,9
SSO	5,1	5,8
S	2,8	6,7
SSW	2,0	7,8
WSW	2,0	6,6
W	3,5	7,3
WNW	30,1	11,1
NNW	12,2	7,9

2.5 Rechtlicher Rahmen

Spezifische Regelungen zum Umgang mit Risiken aufgrund von Vereisungserscheinungen an WEA kennt das deutsche Recht nicht. Entsprechend kommen insbesondere allgemeine Rechtsregelungen nach Bau- und Anlagenrecht in Betracht, um die Genehmigungsfähigkeit der WEA zu bewerten und so die Fragen des Risikos bzw. erforderlicher Vorsorge- und/oder Abwehrmaßnahmen zu beantworten. Eisfallerscheinungen erfüllen zwar nicht den Tatbestand der schädlichen Umwelteinwirkung i.S.d. § 3 I u. II BImSchG, könnten allerdings als sonstige Gefahren i.S.d. § 5 I Nr. BImSchG gelten [7]. Auch hat sich die Frage der Risikobewertung am bau- bzw. bauordnungsrechtlichen Regelungsgehalt zu orientieren, das im Rahmen der Genehmigungsvoraussetzungen i.S.d. § 6 I Nr. 2 i.V.m. § 13 BImSchG zu beachten ist. Zum Beispiel sind gemäß § 3 I LBO⁵ bauliche Anlagen so anzuordnen und zu errichten, dass die öffentliche Sicherheit und

⁵ Landesbauordnung für Baden-Württemberg (LBO) in der Fassung der Bekanntmachung vom 5. März 2010, (GBl. Nr. 7, S. 588).

Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht bedroht werden und dass sie ihrem Zweck entsprechend ohne Missetände benutzbar sind. Der Inhalt des § 3 I LBO ist Ausdruck der staatlichen Schutzpflichten abgeleitet aus den Grundrechten nach Art. 2 II 1 GG und Art. 20a GG, mithin die Vorsorge und Schutz vor potenziellen Gefahren zur Sicherheit der Grundrechte. Allerdings muss nicht mit absoluter Sicherheit eine Grundrechtsgefährdung ausgeschlossen werden, da dies jegliche Nutzung von Technik ausschließen würde.⁶ Entsprechend stellt sich die Frage ‚Wie sicher ist sicher genug?‘ bzw. wie ist das Risiko von Eisfall von WEA angesichts der staatlichen Schutzpflichten zu bewerten?

Unter dem Begriff des Risikos wird die Möglichkeit eines ungewissen Schadenseintritts verstanden. Hierbei kommt dem Begriff der Gefahr eine „Schlüsselrolle“ zu, denn nicht jede Möglichkeit eines Schadenseintritts begründet auch eine Gefahr, die nicht hinzunehmen und entsprechend abzuwehren ist. Die Annahme der Gefährdungsbegründetheit steigt mit der Schwere und Häufigkeit des möglicherweise anzunehmenden Schadensausmaßes und Schadenseintritts [7].

Die Rechtsprechung hat die Frage des Risikos im Zusammenhang mit Vereisungserscheinungen bei WEA in diversen Entscheidungen tiefergehend betrachtet.⁷ Danach ist zunächst eine Gefährdung durch Eiswurf anzunehmen und im Einzelfall zu bewerten. Bei installierten Eiserkennungs- bzw. Eissensoren und entsprechender Abschaltung der Anlage besteht i.d.R. eine Gefährdung durch Eiswurf nicht mehr.⁸ Eisdetektionssysteme können das Restrisiko – gemessen am „Maßstab der praktischen Vernunft“⁹ – maximal erforderlich minimieren.¹⁰ Anzumerken in diesem Zusammenhang ist, dass bei Fehlen von Eiserkennung oder Sensoren die Genehmigungsfähigkeit nicht zwingend in Frage gestellt ist. Beispielweise reichen nach den Windenergieerlassen Niedersachsen und Bayern auch entsprechende Abstände zu den nächstgelegenen gefährdeten Objekten (1,5 x [Rotordurchmesser + Nabenhöhe]) und es bedarf keiner gesonderten

⁶ BVerfGE 49, 89 (142 f.).

⁷ VG Ansbach, Beschluss v. 19.12.2000 – AN 9 00.01759 u.a.; VG Freiburg, Beschluss v. 28.08.2003 – Az. 1 K 820/03; VG Osnabrück, Urt. v. 30. 01. 2004 - 2 A 92/02; OVG Magdeburg, Beschluss v. 09.02.2006; OVG Magdeburg, Urt. 22.06.2006 – 2 L 23/04; VG Saarlouis, Urt. v. 30.07.2008 – 5 K 6/08; OVG NRW, Urt. v. 28.08.2008 – Az. 8 A 2138/06; VGH München, Beschluss v. 31.10.2008 – 22 CS 08.2369; OVG Rheinland-Pfalz, Urt. v. 29.10.2008 – 1 A 11330/07.OVG; OVG Koblenz, Urt. 12.05.2011 – 1 A 11186/08; VG Minden, Beschluss v. 13.12.2012 – 11 L 529/12.

⁸ VG Freiburg, Urt. v. 25.10.2005 - 1 K 653/04.

⁹ BVerfGE 49, 89 (143).

¹⁰ OVG Koblenz, Urt. v. 12.05.2011 – 1 A11186/08 = NVwZ-RR 2011, 759 (762).

technischen Schutzeinrichtungen. Verbliebende Risiken können als „allgemeine Lebensrisiken“ eingestuft werden.¹¹

Festzuhalten ist, dass Abschaltssysteme durch Eiserkennung und Eissensoren in aller Regel ausreichenden Gefahrenschutz bieten und entsprechend den gebotenen staatlichen Schutzpflichten Rechnung tragen. Zu bewerten bleibt demnach hier lediglich das Risiko des Eisabfalls bei stehenden bzw. im Trudelbetrieb befindlichen Rotoren der Anlagen. Um hierbei möglichst konservativ potenzielle Gefahren zu bewerten, werden Gefährdungsbereiche, Frequentierung, Schadensausmaß usw. über dem eigentlich erforderlichen Maß deutlich ausgeweitet. Dies betrifft auch die Anzahl der Eisstücke: Nach Langzeituntersuchungen des EU- Forschungsprojektes „Windenergy Production in Cold Climates“ (WECU-Projektes) ist i.d.R. mit weniger gebildeten Eiskörpern zu rechnen (ca. 200 Stück in drei Jahren), als im vorliegenden Gutachten zu Grunde gelegt werden.

¹¹ VG Osnabrück, Urt. v. 30. 01. 2004 - 2 A 92/02; VG Freiburg: Urt. v. 25.10.2005 - 1 K 653/04; OVG Magdeburg, Beschluss v. 09.02.2006; dem folgend vgl. OVG Rheinland-Pfalz, Urt. v. 29.10.2008 – 1 A 11330/07.OVG; sich anschließend vgl. OVG Lüneburg, Urt. v. 01.06.2010 – 12 LB 31/07.

3 Gefährdungsbereiche

Um das Risiko des Eisfalles zu minimieren und die Mechanik der WEA nicht zu beschädigen, wird vorausgesetzt, dass sich die geplanten WEA vom Typ Vestas V162 und Enercon Enercon W-160 EP5 bei Eisansatz automatisch abschalten und in den Trudelbetrieb übergehen. Das hier betrachtete Risiko von Eisfall besteht demzufolge nur bei stehendem bzw. im Trudelbetrieb befindlichen Rotor.

Die Eisfallweite ist abhängig von den folgenden Parametern:

- WEA-Gesamthöhe;
- Stand des Rotors;
- Gewicht des Eises;
- Größe des Eises;
- Windgeschwindigkeit;
- Umdrehungsgeschwindigkeit des Rotors.

Größe, Form und Gewicht von potenziell herabfallenden Eisstücken sind generell schwer zu prognostizieren. Aus diesem Grund wird bei der Abschätzung des Risikos durch Eisfall ein Eisstück definiert, das potenziell eine letale Wirkung hat und gleichzeitig eine maximale Flugweite abdeckt. Entsprechend wird für die Betrachtung der maximalen Fallweite von Eisstücken ein Eisstück von 0,06 kg und einer Oberfläche von maximal 0,0025 m² betrachtet. Die maximale Fallweite für ein Eisstück dieser Beschaffenheit wird für jede Windgeschwindigkeitsklasse (0 bis 23 m/s) berechnet. Darüber hinaus wird zusätzlich die Windgeschwindigkeit 28 m/s berücksichtigt. Diese Windgeschwindigkeit tritt in den gefilterten Daten mit einer Häufigkeit von 1 auf. Sie zeigt, dass Sturmereignisse, wenn auch selten, vorkommen können. Daraus werden in Abhängigkeit der Gesamthöhe der WEA und unter Berücksichtigung der maximalen Höhendifferenzen zwischen Turmfuß und der Umgebung für jede WEA sechs verschiedene Risikozonen (RZ) abgeleitet (vgl. Tabelle 3).

Tabelle 3: Risikozonen und Eisfallweite

Windgeschwindigkeiten [m/s]	0-5 (RZ 1)	6-10 (RZ 2)	11-15 (RZ 3)	16-20 (RZ 4)	21-23 (RZ 5)	28 (RZ 6)
Maximale Fallweite WEA Förd 01 [m]	112	140	199	265	305	373
Maximale Fallweite WEA Förd 02 [m]	112	140	200	266	307	377
Maximale Fallweite WEA Förd 03 [m]	112	141	200	267	309	378
Maximale Fallweite WEA Förd 04 [m]	112	140	199	265	306	374
Maximale Fallweite WEA Förd 05 [m]	112	141	200	267	307	376
Maximale Fallweite WEA Förd 06 [m]	112	140	199	265	305	375
Maximale Fallweite WEA Förd 07 [m]	111	138	196	261	301	368
Maximale Fallweite WEA Förd 08 [m]	111	139	198	263	304	372
Maximale Fallweite WEA HWI A05 [m]	43	58	84	114	134	168
Maximale Fallweite WEA HWIII-F01 [m]	63	79	110	148	174	214
Maximale Fallweite WEA HWIII-F04 [m]	64	79	111	149	174	216
Maximale Fallweite WEA HWI A01 [m]	43	59	85	116	137	172
Maximale Fallweite WEA För-E3 [m]	63	93	137	186	215	266

Die folgende Abbildung 3 zeigt die maximale Abfallweite für jede der sechs Risikozonen und alle Windrichtungen am Standort Förderstedt. Die WEA Förd HWI A02 und Förd HWI A04 befinden sich im nahen Umfeld der geplanten WEA Förd 07, jedoch überschneiden sich deren Risikozonen nicht (siehe Abbildung 3), so dass diese nicht als Vorbelastung berücksichtigt werden müssen.

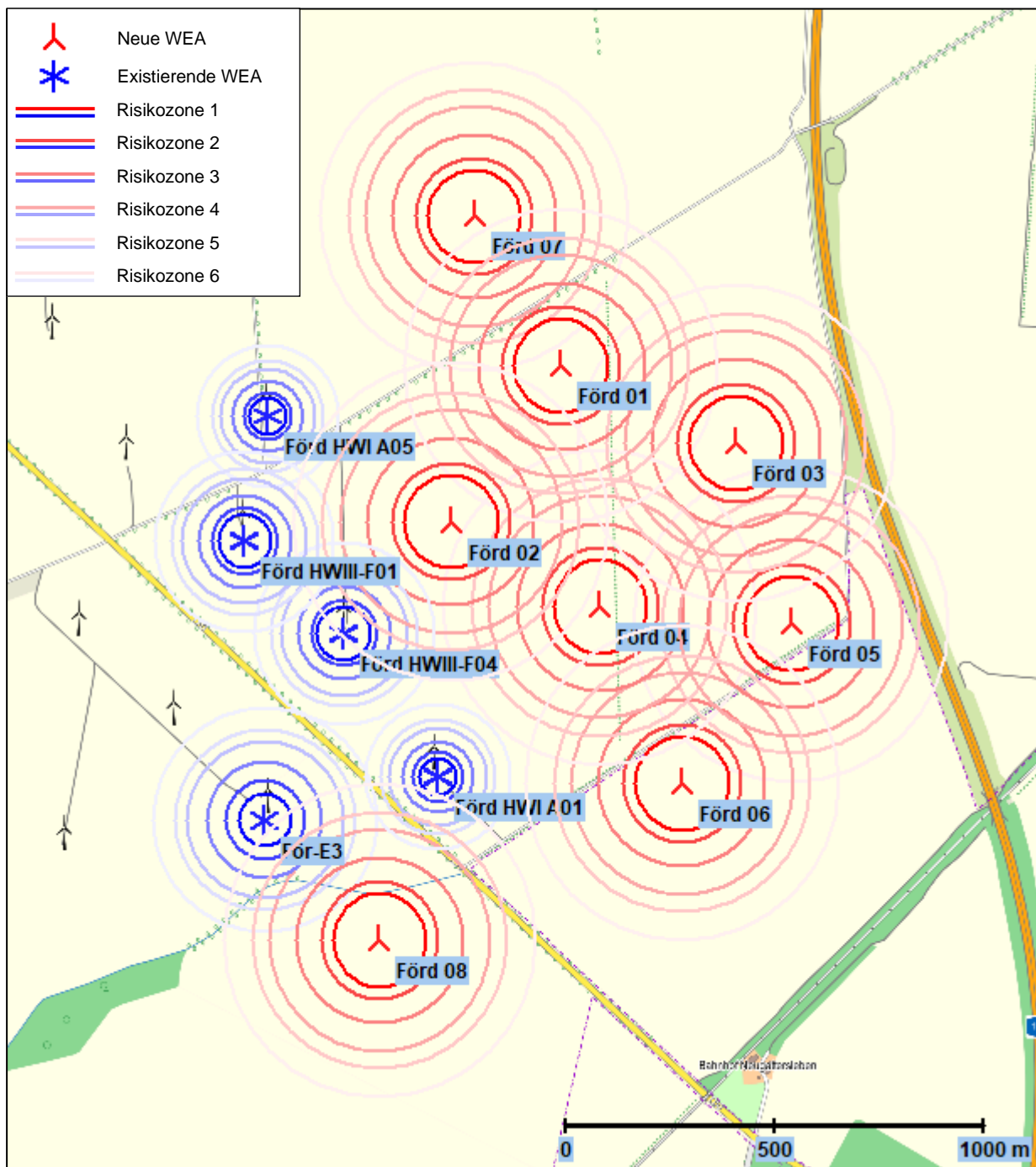


Abbildung 3: Risikozonen [8]

Für die Risikobewertung des Eisfalls am Standort Förderstedt wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Gefährdungsbereiche auf Basis einer detaillierten ATKIS-Karte und einer Standortbesichtigung am 19.08.2020 ermittelt und untersucht.

Maßgebliche Gefährdungsbereiche sind alle Aufenthaltsbereiche von Menschen im Freien, insbesondere Straßen und Wege sowie ggf. Arbeitsstätten o.ä., die in dem Bereich um die WEA liegen, der von Eisfall betroffen sein kann. Die sich ergebenden relevanten Gefährdungsbereiche (GB) innerhalb der sechs Risikozonen sind in den Abbildungen 4 bis 7 durch farbige Linien hervorgehoben.

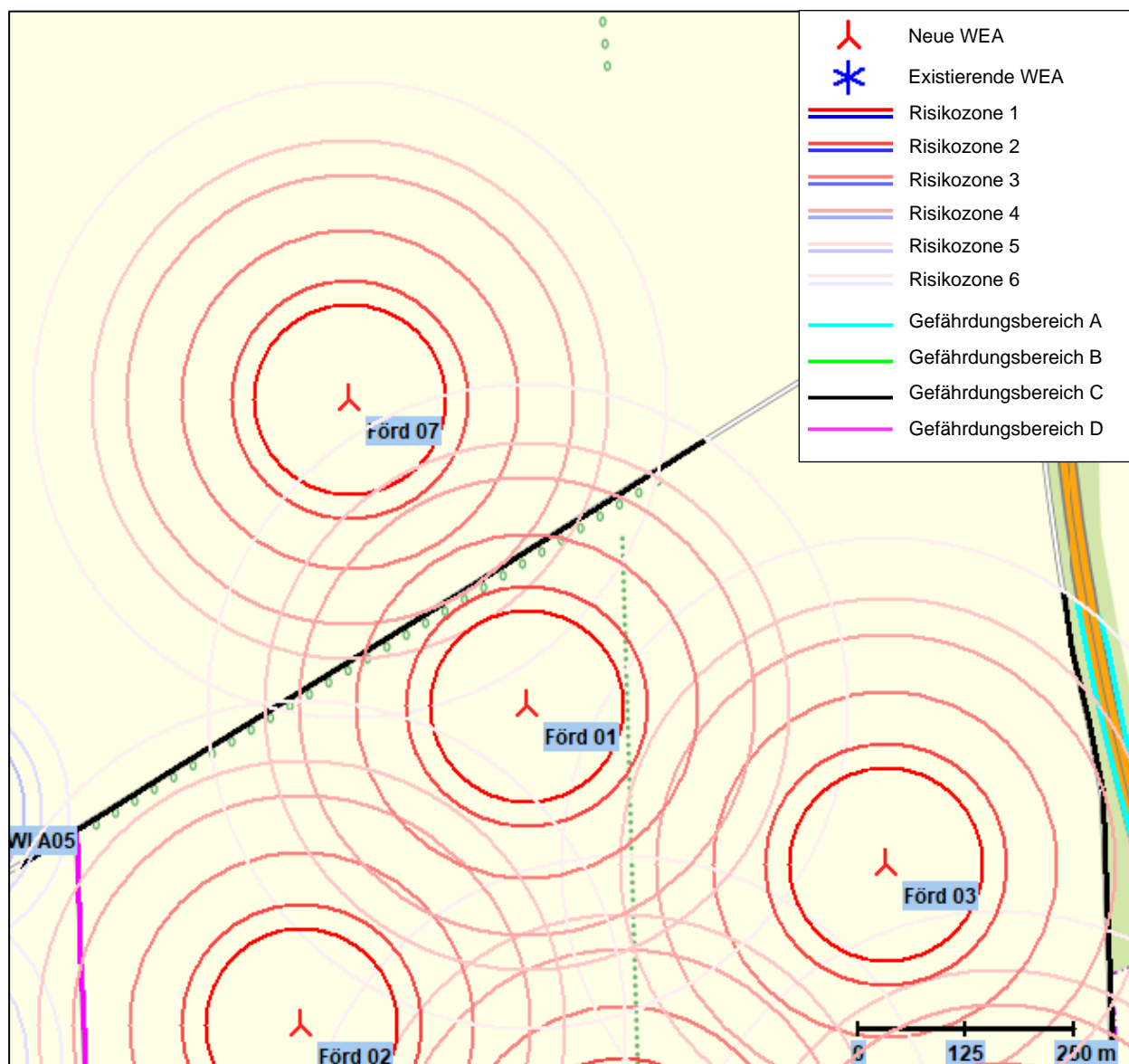


Abbildung 4: WEA Förd 01 und WEA Förd 07 mit C [8]

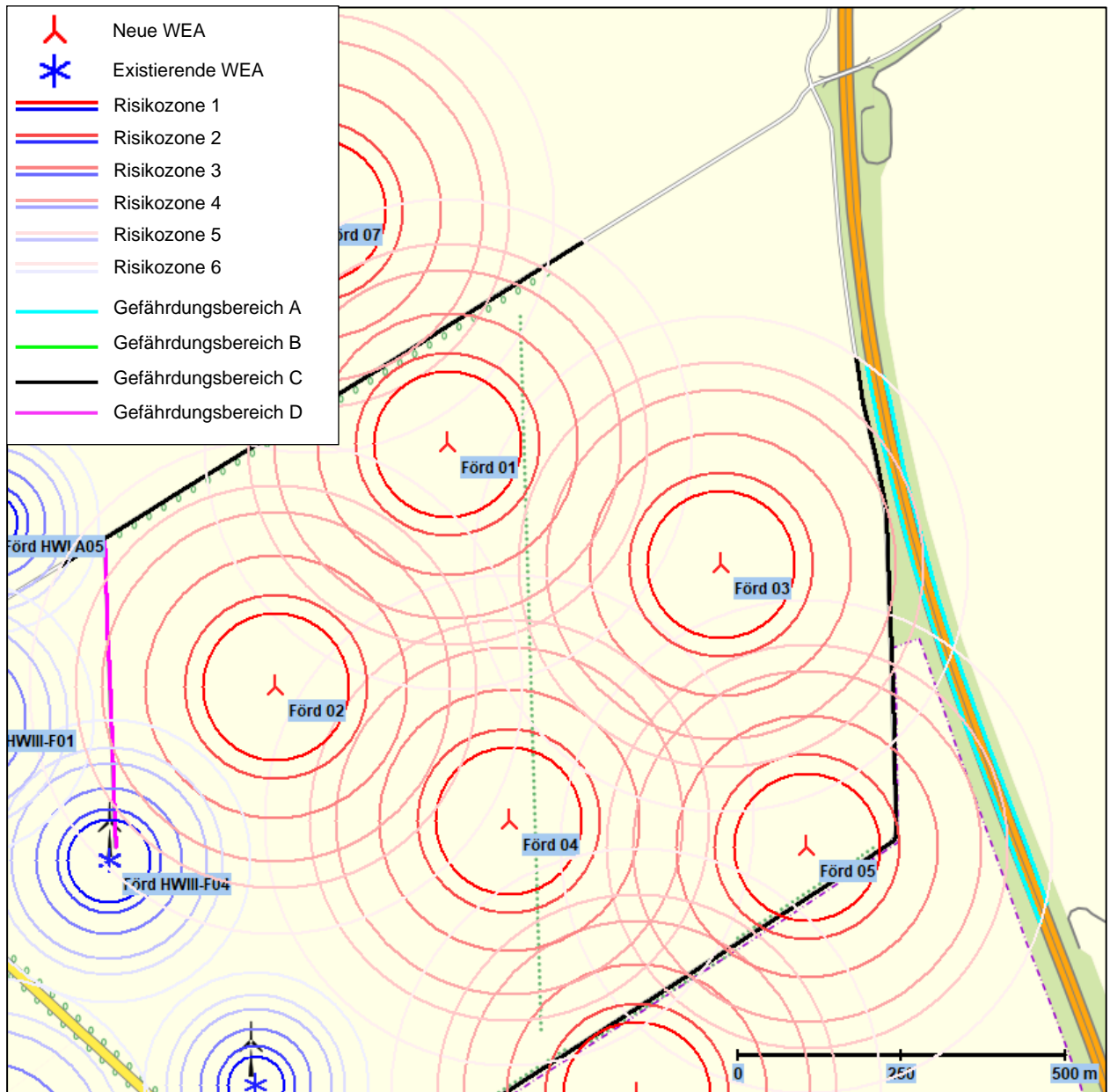


Abbildung 5: WEA Förd 02 bis Förd 04 mit GB A, GB C und GB D [8]

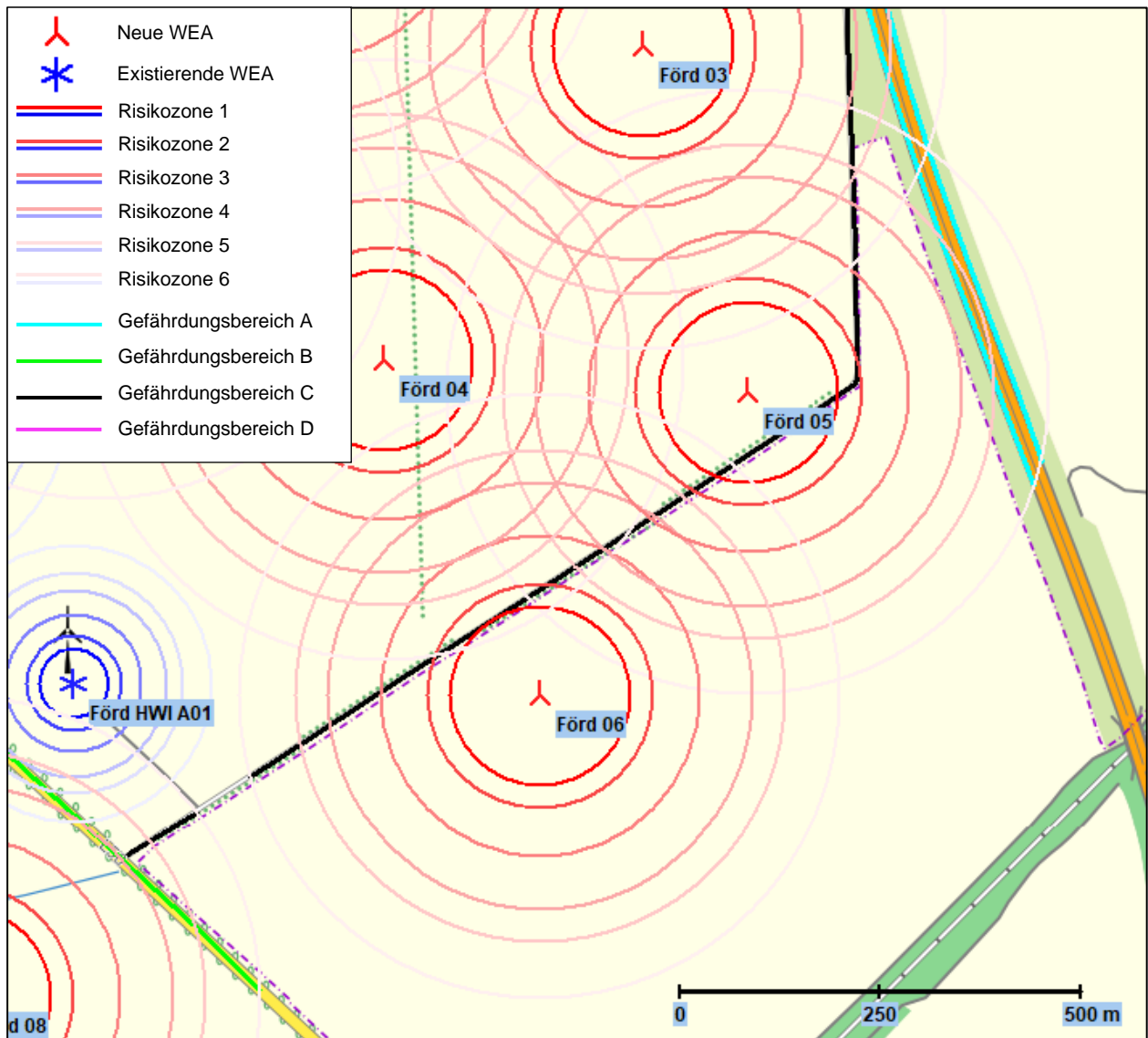


Abbildung 6: WEA Förd 05 und WEA Förd 06 mit GB A und GB C [8]

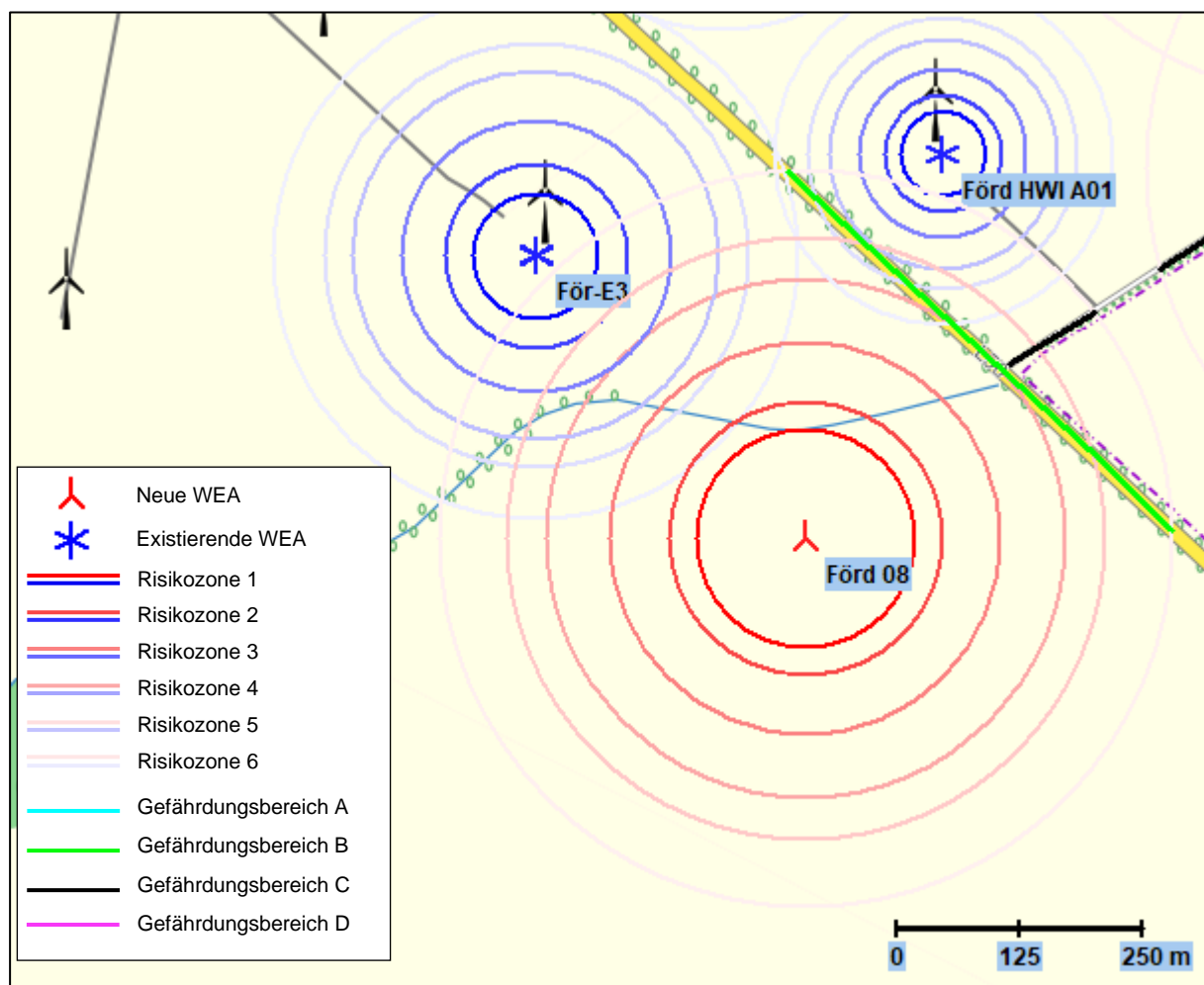


Abbildung 7: WEA Förd 08 mit GB B und GB C [8]

Bei Gefährdungsbereich A handelt es sich um die Autobahn A14 in dem Abschnitt Calbe (Saale)-Staßfurt. Sie wird von Kraftfahrzeugen (Kfz) (Gefährdungsgruppe K) genutzt. Für die Gefährdungsgruppe K wird entsprechend der manuellen Straßenverkehrszählung 2015 ein Wert von 34.900 Kfz pro Tag angenommen [9]. Es wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 80 km/h herangezogen.

Bei Gefährdungsbereich B handelt es sich um die Bundesstraße 71. Diese verbindet die Ortschaften Förderstedt und Neugattersleben. Sie wird von Radfahrern (Gefährdungsgruppe P) und Kfz (Gefährdungsgruppe K) genutzt. Für die Gefährdungsgruppe P wird konservativ geschätzt ein durchschnittlicher Wert von 200 Personen pro Tag sowie für die Gefährdungsgruppe K ein Wert von 2.500 Kfz pro Tag angenommen. Für die Personen wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 10 km/h und für die Kfz eine von 70 km/h herangezogen.

Bei Gefährdungsbereich C handelt es sich um verschiedene Wirtschaftswege. Diese werden von Fußgängern (Gefährdungsgruppe P) und Kfz (Gefährdungsgruppe K) genutzt. Für die Gefährdungsgruppe P wird konservativ geschätzt ein durchschnittlicher Wert von 50 Personen pro Tag sowie für die Gefährdungsgruppe K ein Wert von 100 Kfz pro Tag angenommen. Für die Personen wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 3 km/h und für die Kfz eine von 30 km/h herangezogen.

Bei Gefährdungsbereich D handelt es sich um Zuwegungen zu den Windenergieanlagen. Diese werden von Fußgängern (Gefährdungsgruppe P) und Kfz (Gefährdungsgruppe K) genutzt. Für die Gefährdungsgruppe P wird konservativ geschätzt ein durchschnittlicher Wert von 5 Personen pro Tag sowie für die Gefährdungsgruppe K ein Wert von 2 Kfz pro Tag angenommen. Für die Personen wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 3 km/h und für die Kfz eine von 10 km/h herangezogen.

Tabelle 4: Zusammenfassung Gefährdungsbereiche

Gefährdungs-		Bezeichnung	Frequentierung pro Tag	Geschwindigkeit
Bereich	Gruppe			
A	K	Autobahn 14	34.900 Kfz	80 km/h
B	P	Bundesstraße 71	200 Personen	10 km/h
	K		2.500 Kfz	70 km/h
C	P	Wirtschaftswege	50 Personen	3 km/h
	K		100 Kfz	30 km/h
D	P	Zuwegung zu den WEA	5 Personen	3 km/h
	K		2 Kfz	10 km/h

Die für die jeweiligen Gefährdungsbereiche in den verschiedenen Risikozonen relevanten Windrichtungen sind unterteilt in zwölf Bereiche in den nachfolgenden Tabellen 5 bis 20 dargestellt. Für Risikozone 1 werden konservativ angenommen alle Windrichtungen berücksichtigt, da der Rotor während des Trudelbetriebs nicht unbedingt entsprechend der Windrichtung orientiert ist und somit bedingt durch die Größe der Rotorblätter je nach Rotorstellung Eisfall in allen Bereichen innerhalb der Risikozone unabhängig von der Windrichtung vorkommen kann.

Tabelle 5: Relevante Windrichtungen WEA Förd 01

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	-	-	OSO, SSO, S	O, OSO, S, SSW	O, SSW	O, SSW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 6: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 01

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 02	-	-	SSO, S	-
Förd 07	-	-	N, W, WNW, NNW	-

Tabelle 7: Relevante Windrichtungen WEA Förd 02

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	-	-	-	-	-	OSO, SSO, S
GB D	-	-	-	ONO, O, OSO	ONO, O, OSO	NNO, ONO, OSO

Tabelle 8: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 02

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 01	-	-	O	-
Förd 07	-	-	N	-
Förd HWI A05	-	-	W, WNW	-
Förd HWIII-F04	-	-	-	S, SSW

Tabelle 9. Relevante Windrichtungen WEA Förd 03

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	WSW, W	SSW, WSW, W, WNW
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	-	-	-	WSW, W, WNW	WSW, W, WNW	SSW, WSW, WNW, NNW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 10: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 03

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 05	SSW	-	SSW	-

Tabelle 11: Relevante Windrichtungen WEA Förd 04

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	-	-	-	-	-	N, WNW, NNW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 12: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 04

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 05	-	-	NNO, ONO	-
Förd 06	-	-	alle	-

Tabelle 13: Relevante Windrichtungen WEA Förd 05

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	WSW, W	SSW, WSW, W, WNW
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	Alle	NNO, WSW, W	NNO, SSW, WSW, W,	NNO, SSW	NNO, SSW	NNO, ONO, SSW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 14: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 05

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 03	WNW	-	WNW, NNW	-
Förd 04	-	-	WNW, NNW	-
Förd 06	-	-	S, SSW	-

Tabelle 15: Relevante Windrichtungen WEA Förd 06

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	alle	OSO, SSO, S	O, OSO, S, SSW	O, SSW	O, SSW	ONO, O, SSW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 16: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 06

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 04	-	-	N, WNW, NNW	-
Förd 05	-	-	N, NNO, ONO	-

Tabelle 17: Relevante Windrichtungen WEA Förd 07

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	-	-	-
GB C	-	-	-	NNW	N, WNW, NNW	N, W, WNW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 18: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 07

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd 01	-	-	O, OSO, SSO, S, SSW	-
Förd 02	-	-	S	-

Tabelle 19: Relevante Windrichtungen WEA Förd 08

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5	RZ 6
GB A	-	-	-	-	-	-
GB B	-	-	-	SSW, WSW	S, SSW, WSW, W	S, WSW, W
GB C	-	-	-	-	WSW	WSW
GB D	-	-	-	-	-	-

Tabelle 20: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA Förd 08

	GB A	GB B	GB C	GB D
Förd HWI A01	-	N, NNO, ONO, O	-	-

Die Gefährdungsbereiche werden entsprechend Ihrer Lage einer Risikozone zugeordnet, für die in Kapitel 4 eine Risikobewertung auf Basis der in den Tabellen 4 bis 20 gelisteten Daten erfolgt.

4 Risikoanalyse

Innerhalb der Risikoanalyse wird zunächst das Risiko identifiziert bzw. werden die Wahrscheinlichkeiten aufgezeigt, die potenziell die Gefahrensituation auslösen. Die Schwere der potenziellen Gefährdungsannahme ergibt sich aus dem Ausmaß des Schadens (hier angenommen der Tod).

Um den ermittelten Risikowert in die Vorhabenentscheidung einfließen zu lassen, bedarf es der Bewertung des Risikos. Dabei wird festgestellt, ob das ermittelte Risiko als akzeptabel oder als inakzeptable mithin abzulehnende Gefahr einzustufen ist, woraufhin Abwehrmaßnahmen durchzuführen wären.

Das Risiko berechnet sich aus Eintrittswahrscheinlichkeit multipliziert mit Ausmaß des Schadens. Das Risiko bildet somit die Kennzahl zur quantitativen Beschreibung der Gefahr und entspricht im Grundsatz der vom Bundesverfassungsgericht entwickelten „je desto“-Formel bei der Ermittlung des Risikowertes.¹²

4.1 Grundlagen der Risikoermittlung

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird für eine Rasterzelle von 5x5 m² aus der Multiplikation der Eisfallhäufigkeit, der Treff- und Aufenthaltswahrscheinlichkeit berechnet. Es wird dabei konservativ angenommen, dass jeder Treffer außerhalb von Gebäuden auch zu einem Todesfall führt.

Dabei entspricht die Eisfallhäufigkeit der in Kapitel 2.3 ermittelten Anzahl an Eistagen (Szenario 2), multipliziert mit der zu erwarteten Anzahl an Eisstücken¹³ pro Rasterzelle und gewichtet mit der für den Gefährdungsbereich relevanten Windverteilung am Standort. Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise wird für jeden Gefährdungsbereich innerhalb einer Risikozone die Summe aller relevanten Windrichtungen bei der Wahrscheinlichkeitsberechnung berücksichtigt.

Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit basiert auf der Multiplikation einer Trefferfläche, bezogen auf die Rasterfläche mit der Aufenthaltsdauer in der Rasterfläche. Als Trefferfläche wird hier der Kopf einer Person bzw. die Frontscheibe eines Fahrzeugs angenommen. Die Aufenthaltswahrscheinlichkeit der Personen bzw. Kfz wird unter Berücksichtigung einer angenommenen

¹² BVerfGE 49, 89 (142).

¹³ Es wird angenommen, dass sich an jedem Rotorblatt pro laufenden Meter drei Eisstücke pro Vereisungstag bilden.

Fortbewegungsgeschwindigkeit bzw. Aufenthaltsdauer, der Anzahl an Personen/Fahrzeugen pro Tag sowie der Anzahl an Eistagen pro Jahr berechnet. Im Sinne einer konservativen Vorgehensweise wird für einen Gefährdungsbereich innerhalb jeder Risikozone die maximale Anzahl an Personen bzw. Kfz berücksichtigt.

Die Trefferwahrscheinlichkeit basiert auf der berechneten Aufenthaltswahrscheinlichkeit in jeder Risikozone, gewichtet mit der Häufigkeit des Auftretens der relevanten Windgeschwindigkeiten.

4.2 Grundlagen Bewertung des Risikos

Um ein Risiko entsprechend der gegebenen Situationen zu bewerten, muss das Risiko quantifiziert werden. Hierbei wird auf das Prinzip der minimalen endogenen Mortalität (MEM) zurückgegriffen [10]. Die MEM beschreibt das Maß des akzeptablen Risikos, welches von der entsprechenden Technologie¹⁴ ausgeht. Die Sterblichkeitsrate beträgt $2 \cdot 10^{-4}$ Todesfälle pro Jahr¹⁵.

Gefahren, die von neuen Anlagen zu erwarten sind, dürfen zu keiner nennenswerten Erhöhung der minimalen endogenen Mortalität führen. Als Grenzwert wurde die Erhöhung der Sterblichkeitsrate auf kleiner als 10^{-5} Todesfälle pro Jahr festgelegt [10]. Wird der Grenzwert aufgrund des geplanten Vorhabens überschritten, ist von einer inakzeptablen Gefahr auszugehen, die abzulehnen wäre. Unterhalb dieser Schwelle bestehen weiterhin Restrisiken, welche gemessen am „Maßstab der praktischen Vernunft“ als allgemeine Lebensrisiken hinzunehmen sind.

Die Methodik der Grenzwertfestlegung nach Eintrittswahrscheinlichkeiten für eine genau definierte Konsequenz orientiert sich am allgemeinen Lebensrisiko und erweist sich als hinreichend genau und objektiv, um die von Verfassung wegen geforderte Risikoabschätzung durchzuführen.

4.3 Risikoanalyse am Standort Förderstedt

Am Standort Förderstedt wurde für zwei Gefährdungsgruppen (GG) in vier Gefährdungsbereichen (GB) eine Berechnung des Tötungsrisikos durch Eisfall von sechs geplanten

¹⁴ Dies betrifft alle Lebensbereiche wie Arbeit, Verkehr und Freizeit.

¹⁵ Zu Grunde gelegt wurde die Gruppe der 5- bis 15-jährigen, da in dieser Gruppe die Sterblichkeit in wirtschaftlich gut entwickelten Ländern am niedrigsten ist, vgl. DIN EN 50126.

Windenergieanlagen des Typs Vestas V162 und zwei des Typs Enercon E-160 bezogen auf den Zeitraum eines Jahres durchgeführt.

Die Wahrscheinlichkeit von Eisstücken tödlich getroffen zu werden, wird unter Berücksichtigung der Häufigkeiten von Vereisungsereignissen, der Auftreffhäufigkeit der Eisstücke sowie der Aufenthaltsdauer von Personen und Kfz in den Gefährdungsbereichen sowie „worst-case“-Annahmen hinsichtlich der Frequentierung, des Schadensausmaßes, der Anzahl an Eisstücken, etc. berechnet.

Vorausgesetzt wird, dass die WEA mit einer automatischen Eisabschaltung auf Basis mindestens einer Eiserkennungsmethode ausgestattet sind. So wird sichergestellt, dass sich die WEA bei Eisansatz nicht in Betrieb befinden und somit eine Gefährdung nur durch herabfallende Eisstücke während des Trudelbetriebs¹⁶ bzw. Stillstands besteht.

Sofern sich ein Gefährdungsbereich innerhalb einer Risikozone zweier oder mehrerer WEA befindet, wird bei der Risikoberechnung der Einzel-WEA für die Gefährdungsgruppen in den entsprechenden Gefährdungsbereichen und Risikozonen das Gesamtrisiko ausgewiesen.

Die Ergebnisse der Risikobetrachtung für die Gefährdungsbereiche der einzelnen geplanten WEA unter Berücksichtigung der Gesamtgefährdung durch alle WEA am Standort werden in den nachfolgenden Tabellen dargestellt.

Tabelle 21: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 01

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	-	-	$1,5 \cdot 10^{-9}$	$1,0 \cdot 10^{-10}$	$1,1 \cdot 10^{-12}$	$1,6 \cdot 10^{-13}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	$6,6 \cdot 10^{-9}$	$4,5 \cdot 10^{-10}$	$5,0 \cdot 10^{-12}$	$7,2 \cdot 10^{-13}$

¹⁶ Der Trudelbetrieb mit bis zu drei Umdrehungen/Minute wurde bei den Berechnungen berücksichtigt.

Tabelle 22: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 02

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	-	-	-	-	-	$5,6 * 10^{-12}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	-	-	-	$2,5 * 10^{-11}$
D	P	5 Perso- nen	3 km/h	-	-	-	$1,1 * 10^{-11}$	$3,9 * 10^{-11}$	$8,7 * 10^{-9}$
	K	2 Kfz	10 km/h	-	-	-	$3,0 * 10^{-11}$	$1,1 * 10^{-10}$	$2,3 * 10^{-8}$

Tabelle 23: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 03

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
A	K	34.900 Kfz	80 km/h	-	-	-	-	$2,5 * 10^{-10}$	$1,8 * 10^{-10}$
C	P	50 Perso- nen	3 km/h	-	-	-	$1,5 * 10^{-10}$	$3,0 * 10^{-12}$	$9,1 * 10^{-12}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	-	$6,8 * 10^{-10}$	$1,3 * 10^{-11}$	$4,1 * 10^{-11}$

Tabelle 24: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 04

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
C	P	50 Perso- nen	3 km/h	-	-	-	-	-	$3,9 * 10^{-11}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	-	-	-	$1,7 * 10^{-10}$

Tabelle 25: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 05

Gefährdungs-		Fre- quentie- rung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
A	K	34.900 Kfz	80 km/h	-	-	-	-	$2,6 * 10^{-10}$	$3,0 * 10^{-10}$
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	$5,0 * 10^{-8}$	$4,2 * 10^{-9}$	$1,3 * 10^{-9}$	$4,7 * 10^{-11}$	$3,6 * 10^{-12}$	$2,7 * 10^{-12}$
	K	100 Kfz	30 km/h	$2,2 * 10^{-7}$	$1,9 * 10^{-8}$	$5,7 * 10^{-9}$	$2,1 * 10^{-10}$	$1,6 * 10^{-11}$	$1,2 * 10^{-11}$

Tabelle 26: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 06

Gefährdungs-		Fre- quentie- rung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	$5,1 * 10^{-8}$	$5,3 * 10^{-9}$	$1,8 * 10^{-9}$	$7,3 * 10^{-10}$	$6,9 * 10^{-10}$	$5,0 * 10^{-8}$
	K	100 Kfz	30 km/h	$2,2 * 10^{-7}$	$2,4 * 10^{-8}$	$8,1 * 10^{-9}$	$3,2 * 10^{-9}$	$3,1 * 10^{-9}$	$2,2 * 10^{-7}$

Tabelle 27: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 07

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	-	-	-	$6,8 * 10^{-10}$	$1,5 * 10^{-9}$	$4,2 * 10^{-11}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	-	$3,0 * 10^{-9}$	$6,6 * 10^{-9}$	$1,9 * 10^{-10}$

Tabelle 28: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA Förd 08

Gefährdungs-		Fre- quen- tierung pro Tag	Ge- schwin- digkeit	Trefferhäufigkeit					
Be- reich	Grupp e			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5	RZ6
B	P	200Per- sonen	10 km/h	-	-	-	$2,1 * 10^{-11}$	$2,7 * 10^{-12}$	$3,3 * 10^{-12}$
	K	2.500 Kfz	70 km/h	-	-	-	$8,4 * 10^{-10}$	$1,1 * 10^{-10}$	$1,3 * 10^{-10}$
C	P	50 Per- sonen	3 km/h	-	-	-	-	$1,6 * 10^{-13}$	$1,5 * 10^{-14}$
	K	100 Kfz	30 km/h	-	-	-	-	$7,2 * 10^{-13}$	$6,8 * 10^{-14}$

Der Richtwert von 10^{-5} Todesfällen pro Jahr, definiert durch das Prinzip der minimalen endogenen Sterblichkeit, wird für alle Gefährdungsgruppen innerhalb der verschiedenen Gefährdungsbereiche mindestens um den Faktor 45 unterschritten. **Somit sind potenzielle Gefahren für den Menschen durch Eisfall ausgehend von den geplanten WEA am Standort Förderstedt als irrelevantes Restrisiko einzustufen.**

5 Literaturverzeichnis

- [1] TK25, Topografische Karte im Maßstab 1:25.000, Landesvermessungsamt des jeweiligen Bundeslandes, aktuellste Version.
- [2] Deutsches Institut für Bautechnik (DIBt), Richtlinie für Windenergieanlagen - Einwirkungen und Standsicherheitsnachweise für Turm und Gründung, Reihe B, Heft 8, 2012.
- [3] Liste der Technischen Baubestimmungen (LTB) des Landes Baden-Württemberg, 14.11.2014.
- [4] „European Centre for Medium-Range Weather Forecasts (ECMWF),“ [Online]. Available: <http://www.ecmwf.int/>.
- [5] Deutscher Wetterdienst (DWD), „Erläuterungen der dargestellten Größen,“ [Online]. Available: <https://www.dwd.de/DE/service/lexikon/Functions/glossar.html?lv2=100652&lv3=100720>. [Zugriff am 13 05 2020].
- [6] Deutscher Wetterdienst (DWD), „Deutscher Klimaatlas,“ [Online]. Available: https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html. [Zugriff am 30 01 2020].
- [7] Jarass, Hans D., BImSchG-Kommentar, 10. Auflage, 2013.
- [8] geoGLIS_oHG, onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW, 2018.
- [9] bast (Bundesanstalt für Straßenwesen), *Manuelle Straßenverkehrszählung 2015 - Ergebnisse auf Bundesautobahnen-*, 2017.
- [10] R. Breuer, Anlagensicherheit und Störfälle Vergleichende Risikobewertung im Atom- und Immissionsschutzrecht, Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ), 1990, p. 211.
- [11] MagicMaps, Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export, MTS MaschinentchnikSchrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.

6 Anhang

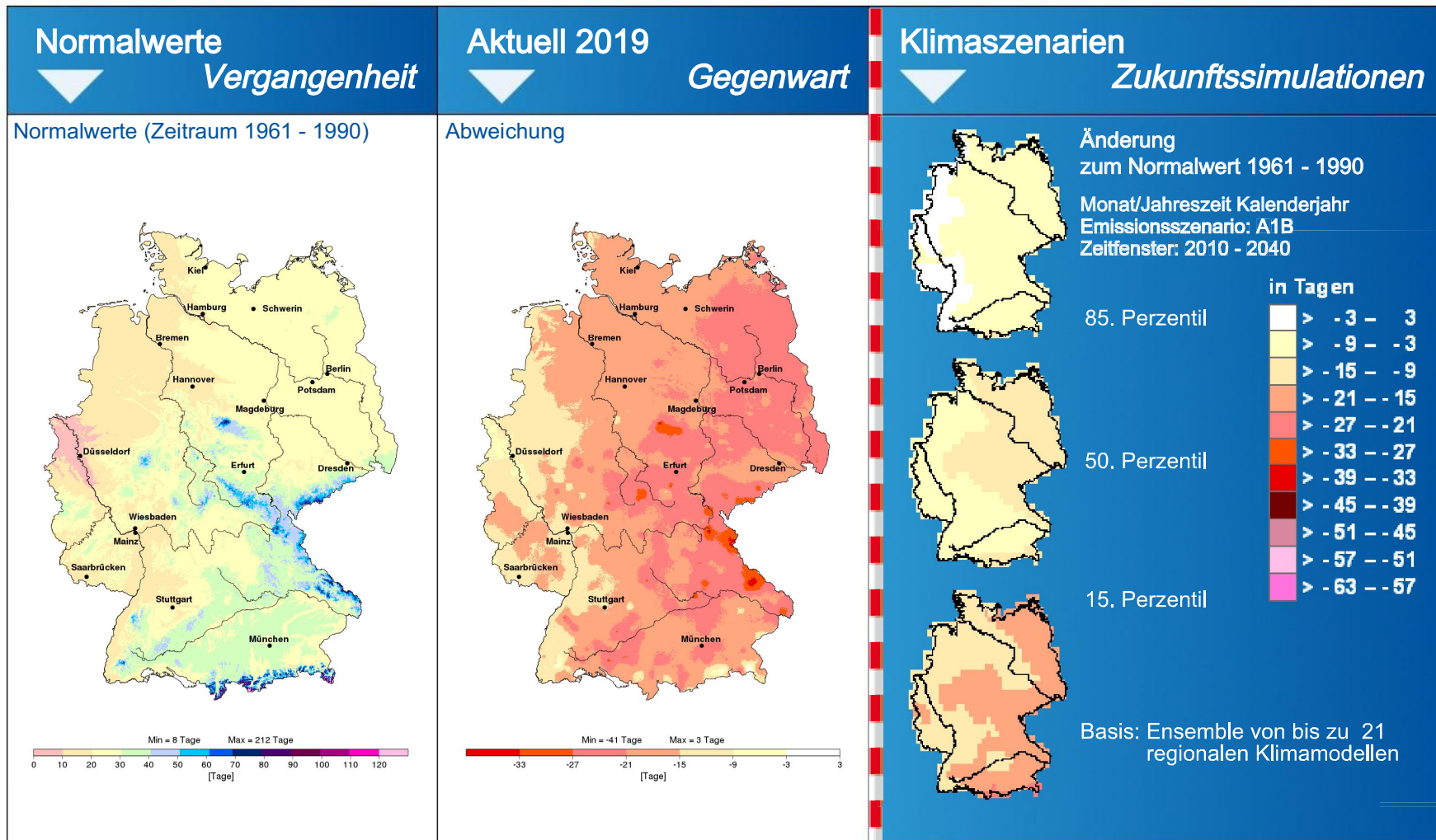
- Deutscher Klimaatlas

Deutscher Klimaatlas

Deutschland Eistage

Kalenderjahr 2019

Emissionsszenario: A1B Zeitfenster: 2010 - 2040



Im Klimaatlas Deutschland zeigt der Deutsche Wetterdienst unser Klima von gestern, heute und morgen auf einen Blick. Dabei wird besonders anschaulich, wie sich die Mittelwerte der dargestellten Größen in Deutschland und in den Bundesländern bis heute verändert haben und zukünftig verändern werden.

Zukünftige Klimazustände untersucht der DWD mit möglichst vielen regionalen Klimamodellen. Solche Ensemblerechnungen führen zu einer großen Anzahl von möglichen Klimazuständen, die statistisch als Perzentile ausgewertet werden: Das 50. Perzentil gibt den Wert an, für den jeweils die Hälfte der Modellsimulationen höhere bzw. niedrigere Änderungen zeigen. 15 % aller Modellergebnisse liegen unterhalb des 15. Perzentils oder erreichen dieses gerade genau. Die übrigen 85 % der Modellsimulationen zeigen dagegen größere Änderungen. Entsprechend liegen 85 % unterhalb des 85. Perzentils oder erreichen dieses gerade genau. Zwischen das 15. und 85. Perzentil fallen somit insgesamt 70 % aller Modellergebnisse.

Die Modellergebnisse werden dabei mathematisch aufsteigend sortiert. So ist z. B. der Wert -70 immer kleiner als der Wert -20. Die kleineren Werte werden immer dem kleineren Perzentil zugeordnet, die größeren Werte immer dem größeren Perzentil.

Perzentile sind nicht identisch mit Eintrittswahrscheinlichkeiten.

Weitere Informationen finden Sie in den Erläuterungen unter:

www.dwd.de/klimaatlas

Erzeugt am 30.01.2020

um 16:09 Uhr