

Eisfallgutachten für  
acht Windenergieanlagen  
am Standort  
**Bad Berleburg-Ohrenbach**  
(Nordrhein-Westfalen)

Datum: 06.07.2021

21-1-3007-001-EM

Auftraggeber:

Krug Energie GmbH & Co. KG

Dorfstraße 53 | 35117 Münchhausen

352001681

Bearbeiter:

Ramboll Deutschland GmbH

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens

Elisabeth-Consbruch-Straße 3

DE-34131 Kassel

Tel 0561 / 288 573-0

Das vorliegende Eisfallgutachten für den Standort Bad Berleburg-Ohrenbach (Nordrhein-Westfalen) wurde der Ramboll Deutschland GmbH im Juni 2021 von der Krug Energie GmbH & Co. KG 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
<b>Original</b>	000	10.03.2021	T. Mertens	Planung von acht Windenergieanlagen
<b>Nachtrag</b>	001	06.07.2021	T. Mertens	Änderung der Koordinaten von vier WEA

Kassel, 06.07.2021



---

Dipl.-Ing. (FH) Timo Mertens  
(Bearbeiter)



---

Jeany Behrens, M.Sc.  
(Prüfer)

## Inhalt:

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

# 1 Aufgabenstellung

Der Auftraggeber plant am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach zwischen Bad Berleburg im Nordwesten und Arfeld im Süden acht Windenergieanlagen (WEA) des Typs Vestas V162 mit 169 m Nabenhöhe zu errichten. Im Umfeld des Standorts existieren bereits vier weitere WEA bzw. befinden sich in einem fortgeschrittenen Planungsstadium.

Für die Genehmigung ist eine Untersuchung zum Risiko durch Eisfall der geplanten WEA vorzulegen. Dazu soll die Wahrscheinlichkeit des Eisfalls und die Flugweite der Eisstücke der Windenergieanlagen ermittelt werden. Weiterhin wird eine Risikobewertung des Eisfalls für die am Standort vorbeiführenden Straßen und Wege sowie sonstige Aufenthaltsbereiche von Menschen durchgeführt und die damit verbundene mögliche Gefährdung für Menschen abgeschätzt.

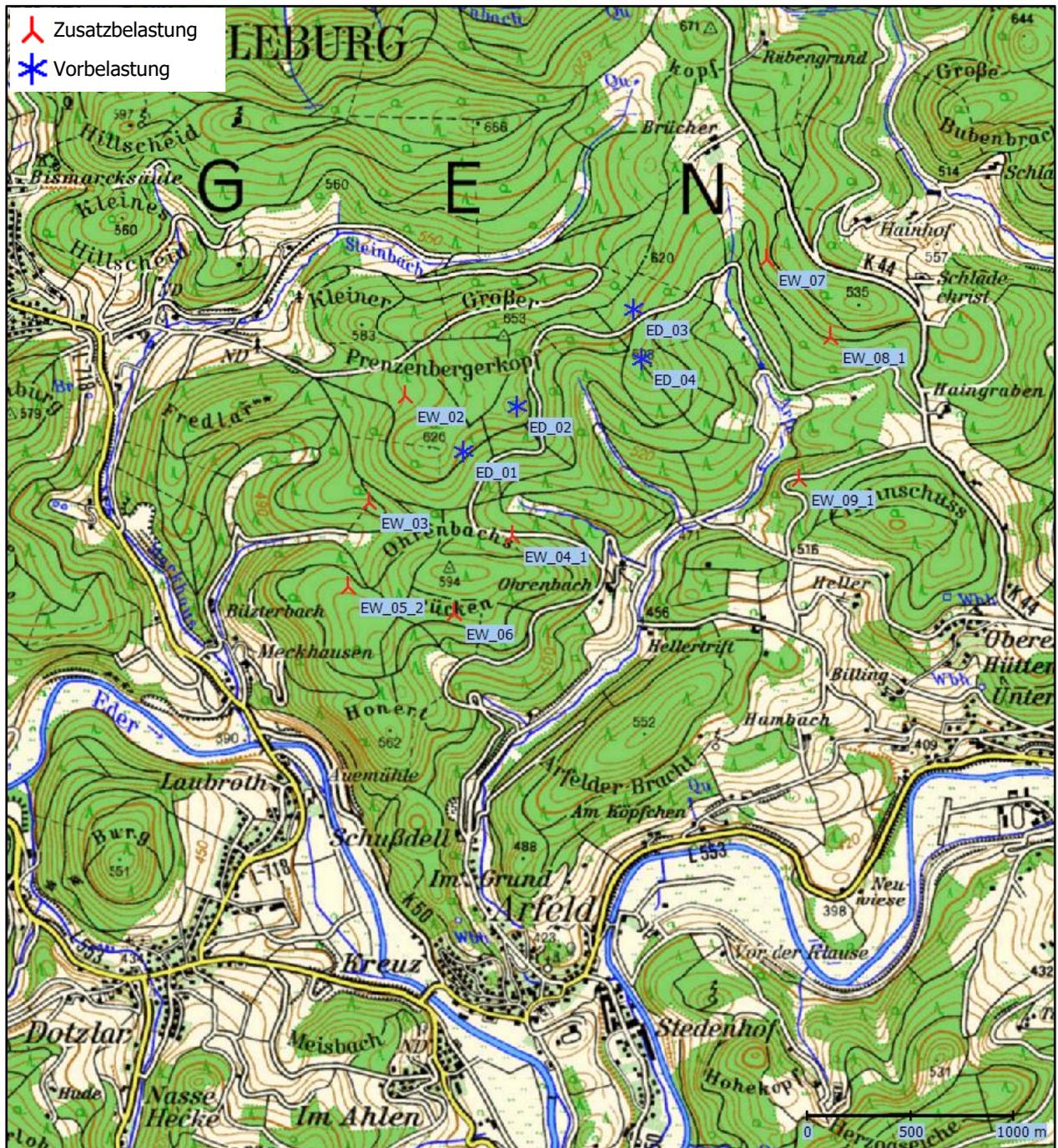


Abbildung 1: Übersichtskarte [1]

## 2 Grundlagen

### 2.1 Windenergieanlagen

Am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach sind acht Windenergieanlagen des Typs Vestas V162 geplant. Des Weiteren sind vier Vorbelastungs-WEA des Typs Vestas V126-3.6 zu berücksichtigen. Die Koordinaten und Kenndaten der WEA können Tabelle 1 entnommen werden.

**Tabelle 1: WEA-Kenndaten**

Nr.	Typ	Nabenhöhe [m]	Rotor- durchmes- ser [m]	Gesamt- höhe [m]	UTM ETRS89, Zone 32	
					Rechtswert	Hochwert
EW_02	Vestas V162	169	162	250	459.717	5.654.401
EW_03	Vestas V162	169	162	250	459.545	5.653.884
EW_04_1	Vestas V162	169	162	250	460.240	5.653.720
EW_05_2	Vestas V162	169	162	250	459.443	5.653.472
EW_06	Vestas V162	169	162	250	459.957	5.653.340
EW_07	Vestas V162	169	162	250	461.467	5.655.068
EW_08_1	Vestas V162	169	162	250	461.782	5.654.690
EW_09_1	Vestas V162	169	162	250	461.630	5.653.993
ED_01	V126-3.6	137	126	200	460.004	5.654.129
ED_02	V126-3.6	137	126	200	460.259	5.654.348
ED_03	V126-3.6	137	126	200	460.826	5.654.823
ED_04	V126-3.6	137	126	200	460.865	5.654.580

### 2.2 Automatische Eisabschaltung

Für Windenergieanlagen stehen verschiedene Eiserkennungsmöglichkeiten 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.

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.<sup>1</sup> 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 EnWG<sup>2</sup> i.V.m. § 5 I BImSchG<sup>3</sup>. Entsprechend müssen die technischen Einrichtungen zur automatischen Abschaltung durch eine gutachterliche Stellungnahme auf die Funktionssicherheit geprüft werden.<sup>4</sup> 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.

---

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

<sup>2</sup> 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.

<sup>3</sup> 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.

<sup>4</sup> Vgl. Windenergie-Erlass NRW

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 2019 in stündlicher Auflösung herangezogen. Als Eingangsdaten werden folgende Parameter verwendet:

- Temperatur in 150 m ( $T_{150}$ ) über Grund;
- Relative Luftfeuchtigkeit (RF) in 150 m über Grund.

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 Bad Berleburg-Ohrenbach 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 2019 ergeben sich durchschnittlich 43,9 Eistage pro Jahr, was einer Häufigkeit von ca. 12 % entspricht. Eine Analyse des Deutschen Wetterdienstes stützt diese Ergebnisse, in der 30 bis 50 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 Bad Berleburg-Ohrenbach zu ermitteln. Aufgrund der Komplexität der Atmosphäre sowie der zur Verfügung stehenden messbaren meteorologischen Parameter kann nur eine Abschätzung des tatsächlichen Vereisungspotentials erfolgen.

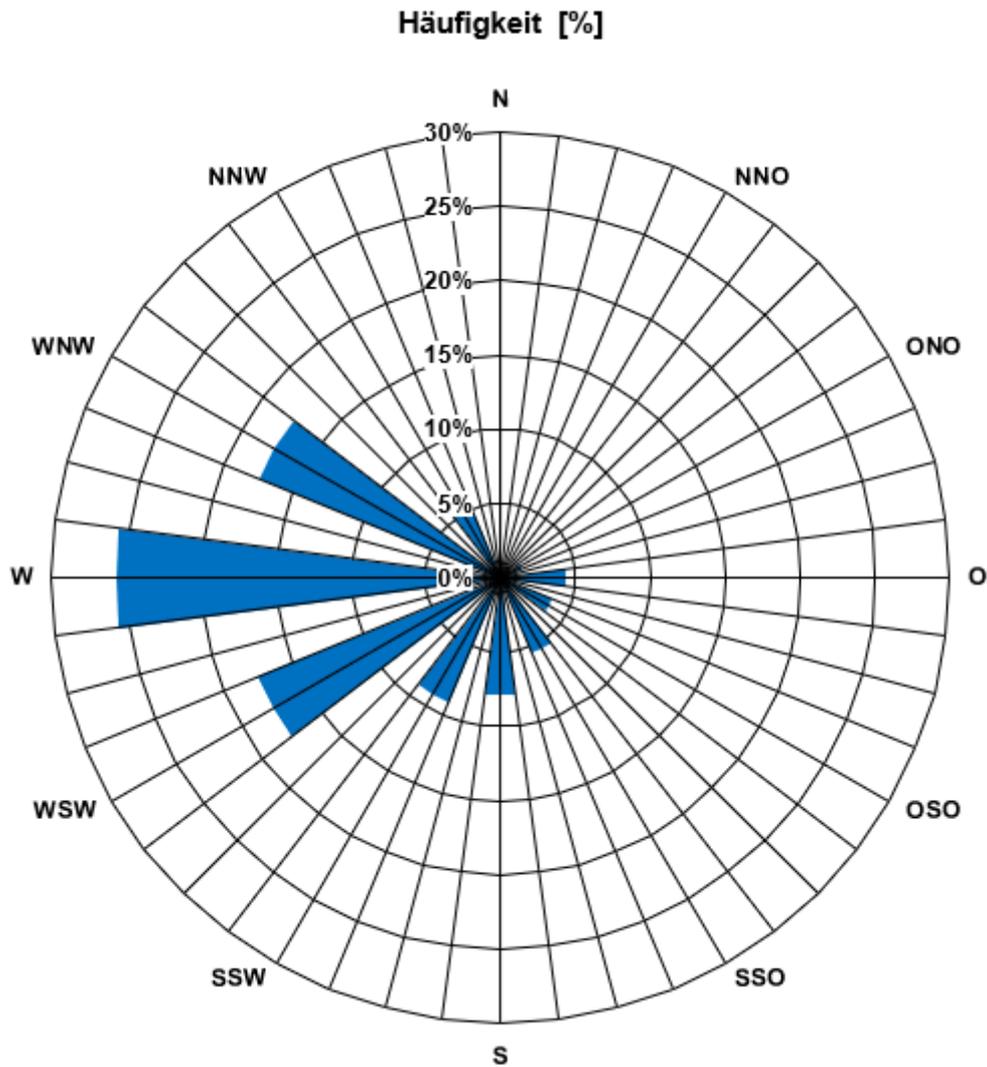
Als Kriterium für Eisansatz werden nur Daten mit der Bedingung  $T_{150} \leq 2 \text{ °C}$  und  $RF \geq 95 \%$  verwendet. Hier wird im Gegensatz zu Szenario 1 die Temperatur leicht oberhalb des Gefrierpunktes berücksichtigt, da unter diesen Bedingungen bereits mit Eisansatz zu rechnen ist. Daten 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 2019 für den Standort Bad Berleburg-Ohrenbach ergibt im Durchschnitt 11,6 Vereisungstage pro Jahr. Die jährliche Vereisungshäufigkeit entspricht somit etwa 3,2 %. 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  $T_{150} \leq 2 \text{ °C}$  und  $RF \geq 95 \%$  (Szenario 2) ist in Abbildung 2 dargestellt. Die verwendete Windgeschwindigkeit und -richtung beziehen sich auf eine Höhe von 150 m über Grund. Die gezeigten Windgeschwindigkeiten unterliegen keiner Skalierung und repräsentieren den „worst-case“. Die Hauptwindrichtungen (Referenzperiode 1999 bis 2019) sind West (25,7 %), Westnordwest (17,5 %) und Westsüdwest (17,5 %). Hier treten auch die höchsten mittleren Windgeschwindigkeiten mit bis zu 9,9 m/s auf (vgl. Tabelle 2).



**Abbildung 2: Windrose der gefilterten Daten in 150 m Höhe nach Szenario 2 für die Jahre 1999 bis 2019 am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach**

**Tabelle 2: Mittlere Windgeschwindigkeit und Häufigkeit in 150 m Höhe in Abhängigkeit der Windrichtung der gefilterten Daten nach Szenario 2 für die Jahre 1999 bis 2019 am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach**

Windrichtungssektor	Häufigkeit [%]	Mittlere Windgeschw.[m/s]
N	0,8	6,1
NNO	0,4	6,0
ONO	1,5	9,2
O	4,4	9,0
OSO	3,7	6,2
SSO	5,5	7,1
S	7,9	7,8
SSW	9,1	8,3
WSW	17,5	9,6
W	25,7	9,9
WNW	17,5	9,7
NNW	6,0	8,8

## 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 LBO<sup>5</sup> bauliche Anlagen so anzuordnen und zu errichten, dass die öffentliche Sicherheit und Ordnung, insbesondere Leben, Gesundheit oder die natürlichen Lebensgrundlagen, nicht bedroht werden und dass sie ihrem Zweck entsprechend ohne Missstände 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

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

Sicherheit der Grundrechte. Allerdings muss nicht mit absoluter Sicherheit eine Grundrechtsgefährdung ausgeschlossen werden, da dies jegliche Nutzung von Technik ausschließen würde.<sup>6</sup> 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.<sup>7</sup> 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.<sup>8</sup> Eisdetektionssysteme können das Restrisiko – gemessen am „Maßstab der praktischen Vernunft“<sup>9</sup> – maximal erforderlich minimieren.<sup>10</sup> 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 technischen Schutzeinrichtungen. Verbliebende Risiken können als „allgemeine Lebensrisiken“ eingestuft werden.<sup>11</sup>

Festzuhalten ist, dass Abschaltssysteme durch Eiserkennung und Eissensoren in aller Regel ausreichenden Gefahrenschutz bieten und entsprechend den gebotenen staatlichen Schutzpflichten

---

<sup>6</sup> BVerfGE 49, 89 (142 f.).

<sup>7</sup> 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.

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

<sup>9</sup> BVerfGE 49, 89 (143).

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

<sup>11</sup> 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.

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.

### 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 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 m<sup>2</sup> betrachtet. Die maximale Fallweite für ein Eisstück dieser Beschaffenheit wird für jede Windgeschwindigkeitsklasse (0 bis 25 m/s) berechnet. Daraus werden in Abhängigkeit der Gesamthöhe der WEA und unter Berücksichtigung der maximalen Höhendifferenzen zwischen Turmfuß und der Umgebung für jede WEA fünf verschiedene Risikozonen (RZ) abgeleitet (vgl. Tabelle 3).

**Tabelle 3: Risikozonen und Eisfallweite**

Maximale Fallweiten [m]	Windgeschwindigkeiten [m/s]				
	0-5 (RZ 1)	6-10 (RZ 2)	11-15 (RZ 3)	16-20 (RZ 4)	21-25 (RZ 5)
EW_02	113	147	217	298	383
EW_03	114	153	228	306	394
EW_04_1	114	150	222	303	386
EW_05_2	114	150	227	316	414
EW_06	115	157	242	339	443
EW_07	114	154	235	326	419
EW_08_1	114	151	230	328	427
EW_09_1	114	153	240	330	422

Maximale Fallweiten [m]	Windgeschwindigkeiten [m/s]				
	0-5 (RZ 1)	6-10 (RZ 2)	11-15 (RZ 3)	16-20 (RZ 4)	21-25 (RZ 5)
<b>ED_01</b>	90	120	180	251	330
<b>ED_02</b>	89	115	165	232	307
<b>ED_03</b>	90	118	176	246	327
<b>ED_04</b>	90	117	172	250	335

Die folgende Abbildung 3 zeigt die maximale Abfallweite für jede der fünf Risikozonen und alle Windrichtungen am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach.

Für die Risikobewertung des Eisfalls am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach wurden die in der Umgebung des Standorts liegenden Gefährdungsbereiche auf Basis einer detaillierten ATKIS-Karte und einer Standortbesichtigung am 26.02.2021 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 fünf Risikozonen sind in den Abbildungen 4 und 5 durch farbige Linien hervorgehoben.

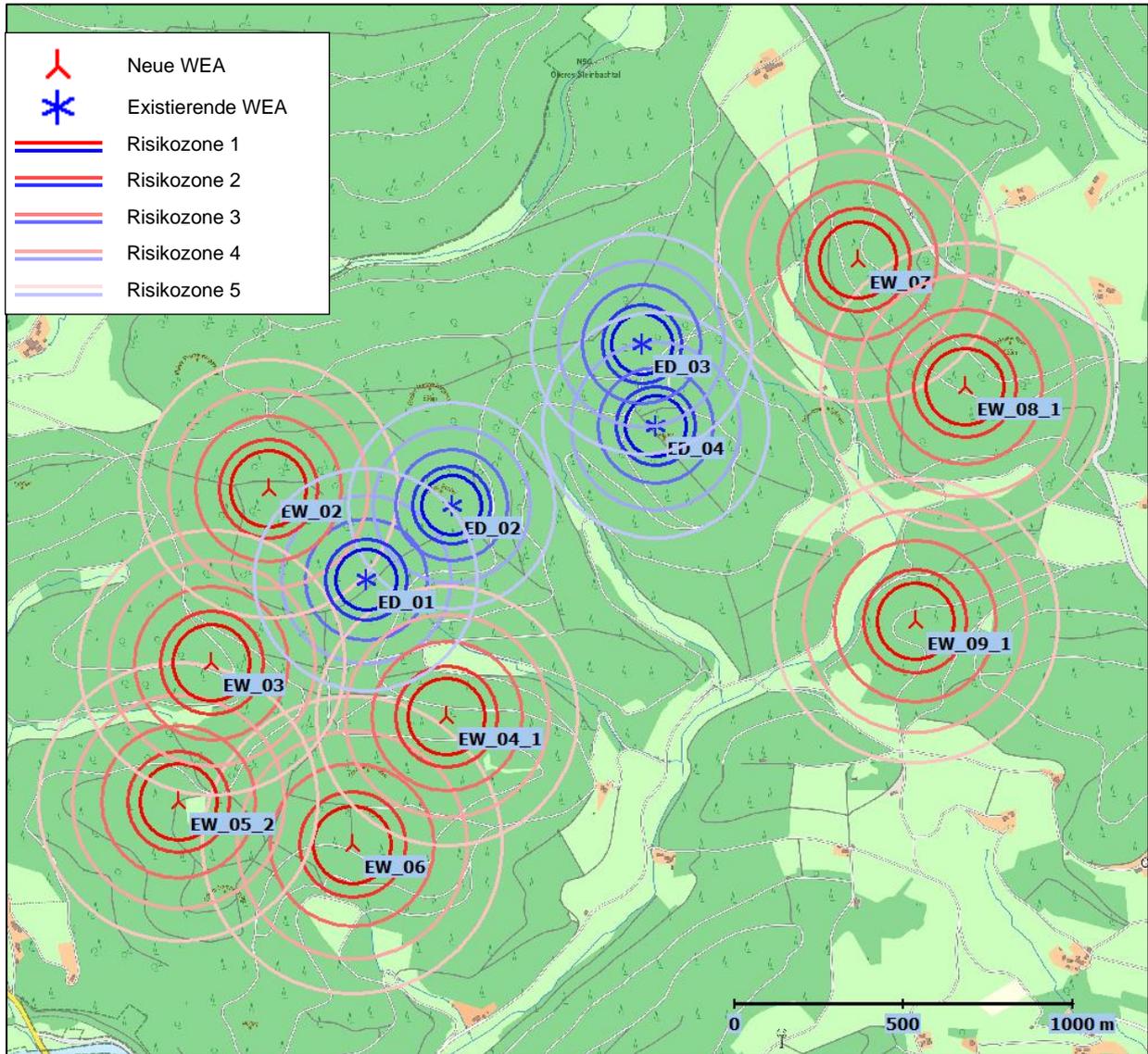
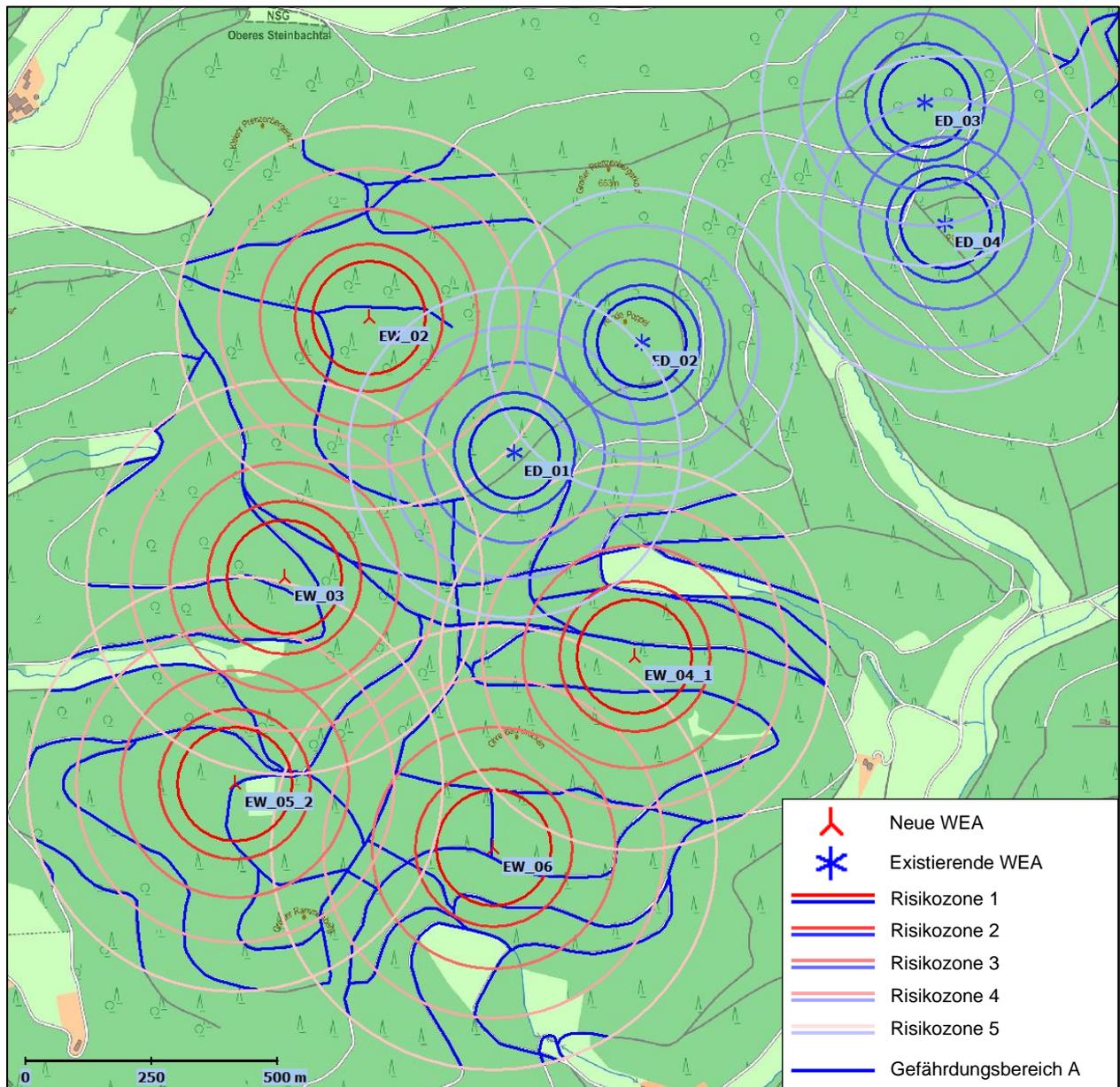
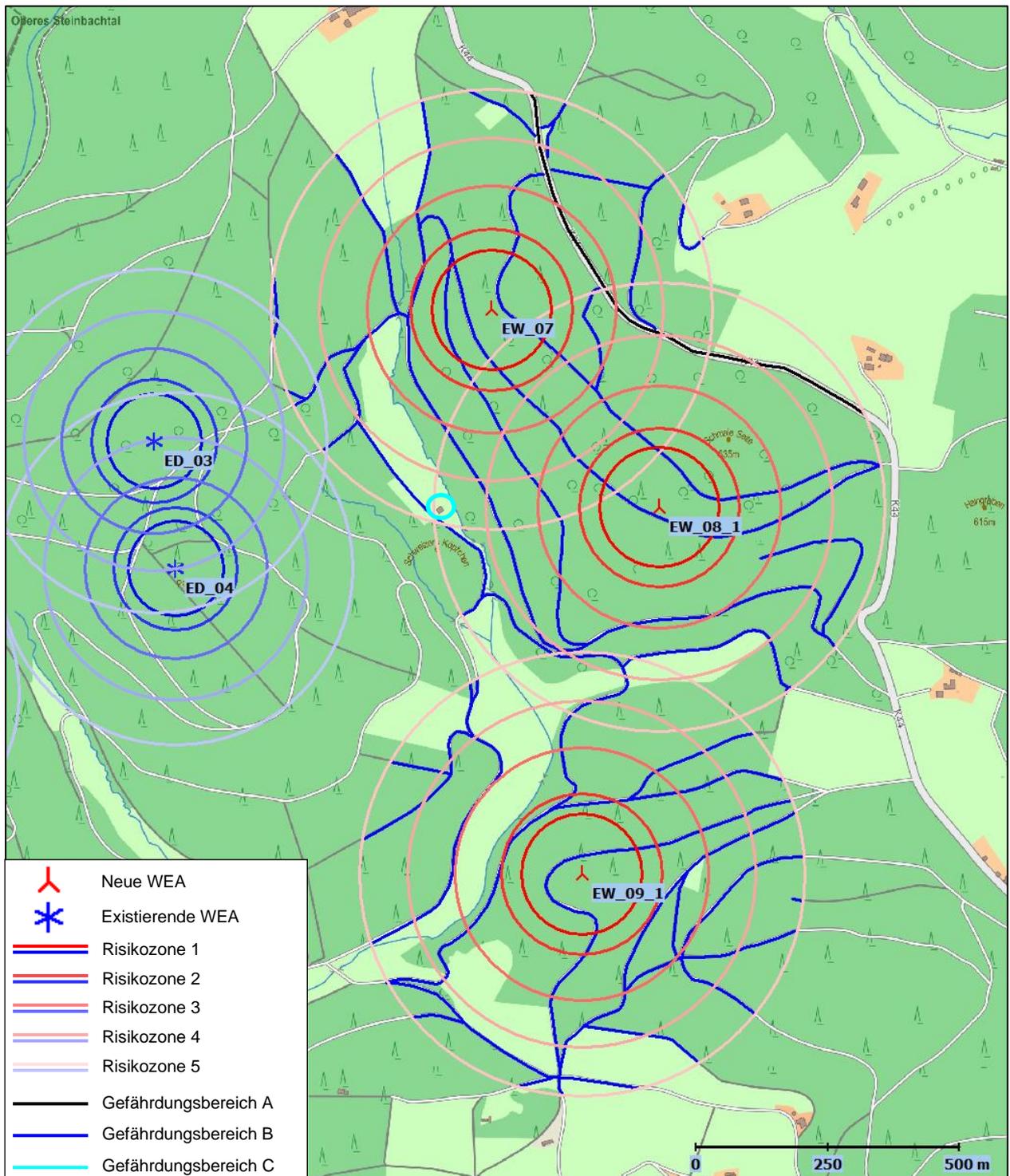


Abbildung 3: Risikozonen (© Geoglis [8])



**Abbildung 4: WEA EW\_02, EW\_03, EW\_04\_1, EW\_05\_2, EW\_06, ED\_01 und ED02 mit GB A (© Geoglis [8])**



**Abbildung 5: WEA EW\_07, EW\_08\_1, EW\_09\_1, ED\_03 und ED\_04 mit GB A, GB B und GB C (© Geoglis [8])**

Bei Gefährdungsbereich A handelt es sich um verschiedene Wirtschaftswege, die durch alle Risikozonen der WEA verlaufen. Diese werden von Fußgängern (Gefährdungsgruppe P) und Kfz

(Gefährdungsgruppe K) genutzt. Für die Gefährdungsgruppe P wird konservativ geschätzt ein durchschnittlicher Wert von 40 Personen pro Tag sowie für die Gefährdungsgruppe K ein Wert von 10 Kfz pro Tag angenommen. Für die Personen wird eine Durchschnittsgeschwindigkeit von 3 km/h und für die Kfz eine von 20 km/h herangezogen.

Bei Gefährdungsbereich B handelt es sich um die Kreisstraße 44. Sie wird von Radfahrern (Gefährdungsgruppe P) und Kfz (Gefährdungsgruppe K) genutzt. Die Verkehrsstärkenkarte Nordrhein-Westfalen aus dem Jahr 2015 [9] des Ministeriums für Bauen, Wohnen, Stadtentwicklung und Verkehr des Landes Nordrhein-Westfalen stellt für diese Straße keine Nutzungshäufigkeit dar (vgl. Abbildung 6). Für die Gefährdungsgruppe P wird konservativ geschätzt ein durchschnittlicher Wert von 30 Fahrradfahrern pro Tag sowie für die Gefährdungsgruppe K ein Wert von 1.000 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 eine Waldhütte, die zum Grillen oder zum Schutzsuchen genutzt wird. Es wird konservativ angenommen, dass sich maximal 4 Personen (Gefährdungsgruppe P) für jeweils 4 Stunden täglich dort im Außengelände aufhalten.

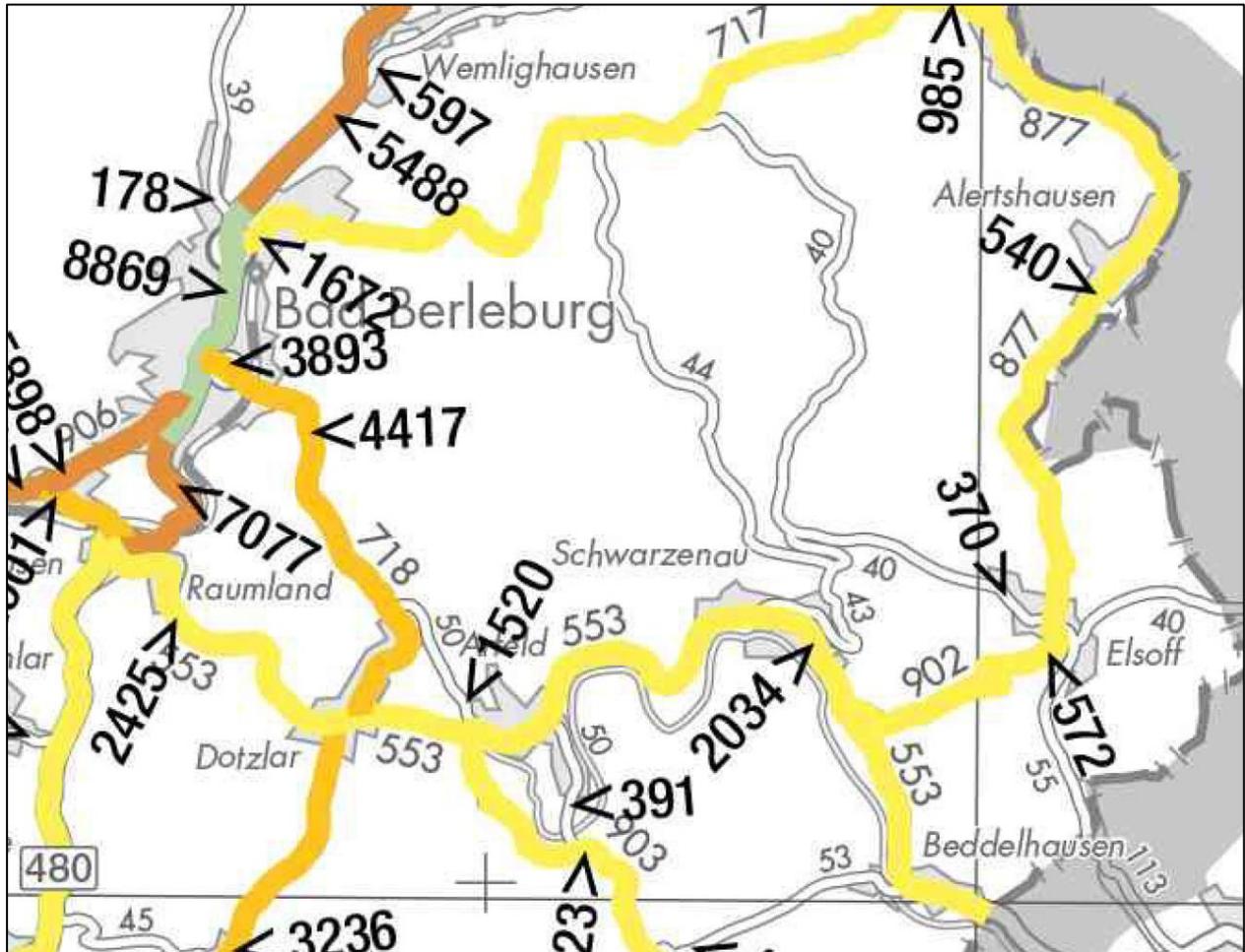


Abbildung 6: Ausschnitt aus der Verkehrsstärkenkarte Nordrhein-Westfalen 2015 [9]

Tabelle 4: Zusammenfassung Gefährdungsbereiche

Gefährdungsbereich	Gruppe	Bezeichnung	Frequentierung pro Tag	Geschwindigkeit / Aufenthaltsdauer
	K		10 Kfz	20 km/h
B	P	Kreisstraße K44	30 Personen	10 km/h
	K		1.000 Kfz	70 km/h
C	P	Waldhütte	4 Personen	4 h/d

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 EW\_02**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	NNO, O, W	NNO, O, SSO, S, SSW, W	NNO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW
<b>GB B</b>	-	-	-	-	-
<b>GB C</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 6: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_02**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_03</b>	SSO, S, SSW, WSW	-	-
<b>EW_04_1</b>	-	-	-
<b>EW_05_2</b>	-	-	-
<b>EW_06</b>	-	-	-
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	-	-	-
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	ONO, O, SSO	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

**Tabelle 7: Relevante Windrichtungen WEA EW\_03**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	N, NNO, O, SSO, S, WSW, W, NNW	NNO, ONO, O, SSO, W	N, NNO, ONO, O, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, WSW, W, WNW, NNW
<b>GB B</b>	-	-	-	-	-
<b>GB C</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 8: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_03**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_02</b>	N, NNO, ONO	-	-
<b>EW_04_1</b>	O, OSO	-	-
<b>EW_05_2</b>	Alle	-	-
<b>EW_06</b>	OSO, SSO, S	-	-
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	-	-	-
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	N, NNO, ONO, O	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

**Tabelle 9: Relevante Windrichtungen WEA EW\_04\_1**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	ONO, OSO, SSO, S, SSW, W, WNW	ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW	Alle	Alle
<b>GB B</b>	-	-	-	-	-
<b>GB C</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 10: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_04\_1**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_02</b>	-	-	-
<b>EW_03</b>	W, WNW	-	-
<b>EW_05_2</b>	-	-	-
<b>EW_06</b>	Alle	-	-
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	-	-	-
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	N, NNO, WNW, NNW	-	-
<b>ED_02</b>	NNO	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

**Tabelle 11: Relevante Windrichtungen WEA EW\_05\_2**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	N, SSO, S, SSW, W	N, NNO, ONO, OSO, SSO, S, WSW, W, NNW	Alle	Alle
<b>GB B</b>	-	-	-	-	-
<b>GB C</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 12: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_05\_2**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_02</b>	-	-	-
<b>EW_03</b>	Alle	-	-
<b>EW_04_1</b>	-	-	-
<b>EW_06</b>	ONO, O, OSO, SSO	-	-
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	-	-	-
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	-	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

**Tabelle 13: Relevante Windrichtungen WEA EW\_06**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	N, NNO, ONO, O, SSO, S, SSW, WSW, WNW, NNW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, WSW, W, WNW, NNW	Alle	Alle
<b>GB B</b>	-	-	-	-	-
<b>GB C</b>	-	-	-	-	-

**Tabelle 14: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_06**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_02</b>	-	-	-
<b>EW_03</b>	N, WNW, NNW	-	-
<b>EW_04_1</b>	Alle	-	-
<b>EW_05_2</b>	Alle	-	-
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	-	-	-
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	-	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

**Tabelle 15: Relevante Windrichtungen WEA EW\_07**

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
<b>GB A</b>	Alle	N, NNO, O, OSO, SSO, SSW, WNW, NNW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, W, WNW, NNW	Alle	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, WNW, NNW
<b>GB B</b>	-	-	SSW, WSW, W	SSW, W	S, SSW, W
<b>GB C</b>	-	-	-	-	N

**Tabelle 16: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_07**

	GB A	GB B	GB C
<b>EW_02</b>	-	-	-
<b>EW_03</b>	-	-	-
<b>EW_04_1</b>	-	-	-
<b>EW_05_2</b>	-	-	-
<b>EW_06</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	Alle	S, SSW	O
<b>EW_09_1</b>	-	-	-
<b>ED_01</b>	-	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-

	GB A	GB B	GB C
ED_03	WSW, W	-	-
ED_04	-	-	-

Tabelle 17: Relevante Windrichtungen WEA EW\_08\_1

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
GB A	Alle	OSO, SSO, S, W, WNW	N, ONO, O, OSO, SSO, W, WNW, NNW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, W, WNW, NNW	N, NNO, ONO, O, OSO, SSO, S, W, WNW, NNW
GB B	-	-	-	S, SSW	S, SSW, WSW
GB C	-	-	-	-	O

Tabelle 18: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_08\_1

	GB A	GB B	GB C
EW_02	-	-	-
EW_03	-	-	-
EW_04_1	-	-	-
EW_05_2	-	-	-
EW_06	-	-	-
EW_07	Alle	W	N, NNO
EW_09_1	S	-	-
ED_01	-	-	-
ED_02	-	-	-
ED_03	-	-	-
ED_04	-	-	-

Tabelle 19: Relevante Windrichtungen WEA EW\_09\_1

	RZ 1	RZ 2	RZ 3	RZ 4	RZ 5
GB A	Alle	N, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW	N, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW	N, ONO, O, OSO, SSO, S, SSW, WSW, W, WNW, NNW	Alle
GB B	-	-	-	-	-
GB C	-	-	-	-	-

Tabelle 20: Relevante Windrichtungen der Vorbelastungen für WEA EW\_09\_1

	GB A	GB B	GB C
EW_02	-	-	-
EW_03	-	-	-
EW_04_1	-	-	-
EW_05_2	-	-	-
EW_06	-	-	-

	<b>GB A</b>	<b>GB B</b>	<b>GB C</b>
<b>EW_07</b>	-	-	-
<b>EW_08_1</b>	N, NNO	-	-
<b>ED_01</b>	-	-	-
<b>ED_02</b>	-	-	-
<b>ED_03</b>	-	-	-
<b>ED_04</b>	-	-	-

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.<sup>12</sup>

### 4.1 Grundlagen der Risikoermittlung

Die Eintrittswahrscheinlichkeit wird für eine Rasterzelle von 5x5 m<sup>2</sup> 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 Eisstücken<sup>13</sup> 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

---

<sup>12</sup> BVerfGE 49, 89 (142).

<sup>13</sup> 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 Technologie<sup>14</sup> ausgeht. Die Sterblichkeitsrate beträgt  $2 * 10^{-4}$  Todesfälle pro Jahr<sup>15</sup>.

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 Bad Berleburg-Ohrenbach

Am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach wurde für zwei Gefährdungsgruppen (GG) in drei Gefährdungsbereichen (GB) eine Berechnung des Tötungsrisikos durch Eisfall von acht geplanten

---

<sup>14</sup> Dies betrifft alle Lebensbereiche wie Arbeit, Verkehr und Freizeit.

<sup>15</sup> 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 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 Trudelbetriebs<sup>16</sup> 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 EW\_02**

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,4 * 10^{-7}$	$3,3 * 10^{-8}$	$1,3 * 10^{-8}$	$8,8 * 10^{-10}$	$4,6 * 10^{-10}$
	K	10	20 km/h	$1,2 * 10^{-7}$	$2,7 * 10^{-8}$	$1,1 * 10^{-8}$	$7,4 * 10^{-10}$	$3,8 * 10^{-10}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

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

Tabelle 22: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_03

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$6,8 * 10^{-8}$	$8,9 * 10^{-9}$	$1,9 * 10^{-8}$	$1,3 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$5,7 * 10^{-8}$	$7,4 * 10^{-9}$	$1,6 * 10^{-8}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

Tabelle 23: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_04\_1

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,4 * 10^{-7}$	$7,3 * 10^{-8}$	$2,3 * 10^{-8}$	$7,3 * 10^{-9}$	$1,3 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$6,1 * 10^{-8}$	$1,9 * 10^{-8}$	$6,1 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

Tabelle 24: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_05\_2

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$5,0 * 10^{-8}$	$1,6 * 10^{-8}$	$1,0 * 10^{-8}$	$1,3 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$4,2 * 10^{-8}$	$1,3 * 10^{-8}$	$8,7 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

Tabelle 25: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_06

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$6,7 * 10^{-8}$	$1,8 * 10^{-8}$	$7,8 * 10^{-9}$	$1,4 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$5,6 * 10^{-8}$	$1,5 * 10^{-8}$	$6,5 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

Tabelle 26: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_07

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$4,6 * 10^{-8}$	$1,8 * 10^{-8}$	$3,3 * 10^{-9}$	$1,3 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$3,9 * 10^{-8}$	$1,5 * 10^{-8}$	$2,7 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	$2,6 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-10}$	$4,5 * 10^{-11}$
	K	1.000	70 km/h	-	-	$2,7 * 10^{-7}$	$9,5 * 10^{-9}$	$2,5 * 10^{-10}$
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	$2,1 * 10^{-10}$

Tabelle 27: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_08\_1

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$6,1 * 10^{-8}$	$1,5 * 10^{-8}$	$5,9 * 10^{-9}$	$1,3 * 10^{-7}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$5,1 * 10^{-8}$	$1,3 * 10^{-8}$	$4,9 * 10^{-9}$	$1,1 * 10^{-7}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	$1,1 * 10^{-10}$	$1,3 * 10^{-9}$
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	$4,6 * 10^{-9}$	$1,9 * 10^{-10}$
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	$2,2 * 10^{-10}$

**Tabelle 28: Ergebnisse der Risikoanalyse für WEA EW\_09\_1**

Gefährdungs-		Frequen- tierung pro Tag	Geschwindig- keit bzw. Aufenthalts- dauer	Trefferhäufigkeit				
Bereich	Gruppe			RZ1	RZ2	RZ3	RZ4	RZ5
A	P	40	3 km/h	$1,3 * 10^{-7}$	$4,8 * 10^{-8}$	$2,1 * 10^{-8}$	$1,1 * 10^{-9}$	$3,7 * 10^{-11}$
	K	10	20 km/h	$1,1 * 10^{-7}$	$4,0 * 10^{-8}$	$1,7 * 10^{-8}$	$9,2 * 10^{-10}$	$3,1 * 10^{-11}$
B	P	30	10 km/h	-	-	-	-	-
	K	1.000	70 km/h	-	-	-	-	-
C	P	4	4 h/d	-	-	-	-	-

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 37 unterschritten. **Somit sind potenzielle Gefahren für den Menschen durch Eisfall ausgehend von den geplanten WEA am Standort Bad Berleburg-Ohrenbach als irrelevantes Restrisiko einzustufen.**

## 5 Literaturverzeichnis

- [1] MagicMaps, Tour Explorer DE 8 - amtliche topografische Karten im Maßstab 1:50.000 - Export, MTS MaschinentechSchrode AG | Gerhard-Kindler-Straße 8 | 72770 Reutlingen: Quelle der Karten: amtliche Vermessungsämter, 12.06.2018.
- [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](https://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimaatlas/klimaatlas_node.html). [Zugriff am 26.02.2021].
- [7] Jarass, Hans D., BImSchG-Kommentar, 10. Auflage, 2013.
- [8] geoGLIS\_oHG, onmaps GEOBasis-DE / BKG / NRW, 2018.
- [9] W. S. Ministeriums für Bauen, *Verkehrsstärkenkarte Nordrhein-Westfalen*, 2015.
- [10] R. Breuer, Anlagensicherheit und Störfälle Vergleichende Risikobewertung im Atom- und Immissionsschutzrecht, *Neue Zeitschrift für Verwaltungsrecht (NVwZ)*, 1990, p. 211.

## **6 Anhang**

- Deutscher Klimaatlas



Deutscher Wetterdienst  
Wetter und Klima aus einer Hand

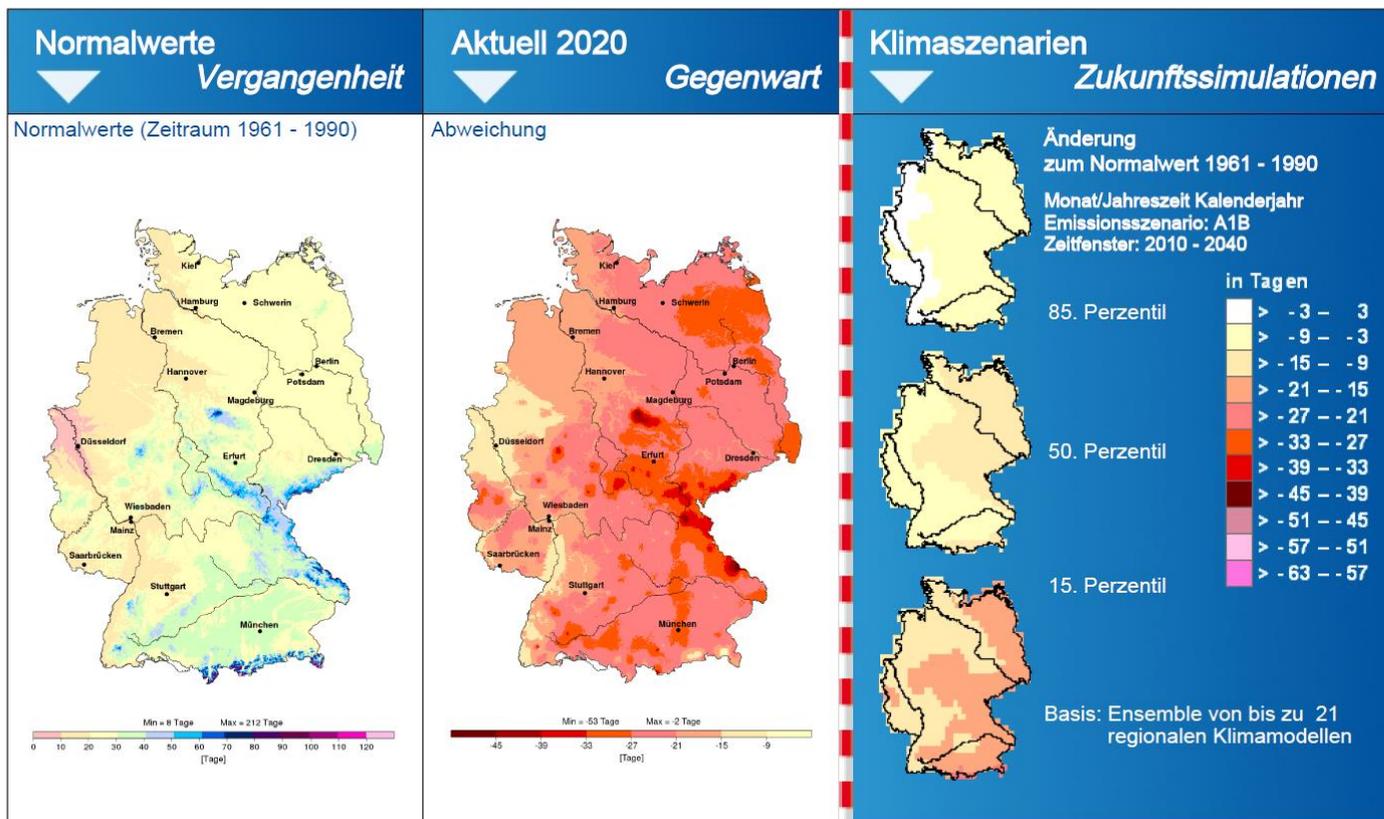
Allgemein

# Deutscher Klimaatlas

Deutschland Eistage

Kalenderjahr 2020

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](http://www.dwd.de/klimaatlas)

Erzeugt am 26.02.2021  
um 14:46 Uhr