

Gutachtliche Stellungnahme
zur Risikobeurteilung für den WEA- Standort „Am Sauberg“
Beurteilung zum Eisabfall

19.10.2018

Gutachten Nr.: TEATE-385/18

(technischer Abschluss)

Auftraggeber:

juwi AG
Energie-Allee 1

D-55286 Wörrstadt

Auftragnehmer:

Airbus Defence and Space GmbH
Airbus-Allee 1

D-28199 Bremen

Durchgeführt von:
Dr.-Ing. Jan Hauschild; TEIR/TL2
(Sachverständiger Risikobeurteilung)

Tel.: 0421 – 538 4709

E-Mail: jan.hauschild@airbus.com

Formaler Ansprechpartner:

Dr.- Ing. A. Frye, TEATE

Tel.0421/538-2719

E-Mail: andreas.frye@airbus.com

Ausfertigung Nr.: - -

Das Gutachten besteht aus den Seiten 1 bis 53, Anhang und Anlage.

Daten/Dokument-Änderungsnachweis

Ausgabe	Datum	Betroffener Abschnitt/Paragraph/Seite	Änderungsgrund/Kurze Änderungsbeschreibung
1	05.06.2018	Gesamtes Dokument	Erste Version
2	19.10.2018	Gesamtes Dokument sowie Kapitel 5.3.3 ergänzt	WEA-Typ angepasst, von GE 4.8 auf GE 5.3

Inhaltsverzeichnis:

Literaturverzeichnis	4
Abbildungsverzeichnis.....	5
Tabellenverzeichnis.....	6
Anlagen (Verzeichnis der Karten).....	7
Abkürzungsverzeichnis.....	8
Liste der Empfehlungen.....	8
1 Vorbemerkung/Zielsetzung	10
2 Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse	11
3 Beschreibung der WEA-Planungen	15
4 Grundlagen zur Risikobeurteilung.....	17
4.1 Begriffsbestimmungen	17
4.2 Risikobeurteilung	18
4.2.1 Einleitung	18
4.2.2 Risikoanalyse	19
4.2.3 Risikobewertung.....	20
4.3 Prüfpunkte zur Bewertung der Gefährdung durch Eisabwurf/Eisabfall	21
5 Risikobeurteilung	23
5.1 Prüfpunkt 1 – Abstandsradius nach DIBt	23
5.2 Prüfpunkt 2 – Eiserkennung oder -vermeidung.....	24
5.3 Prüfpunkt 3 – Gefährdung durch Eisabfall	25
5.3.1 Landstraße L338 und Bundesstraße B294	26
5.3.2 Forstwege und Tourismuswege sowie Heukopfhütte.....	27
5.3.3 Verifizierung der Maßnahme „feste Gondelpositionierung“	30
5.3.4 Eichberghütte und staatliche Jagdhütte	33
5.3.5 Forststützpunkt.....	34
Anhang	35

Literaturverzeichnis

- [1] BImSchG 2017. Gesetz zum Schutz vor schädlichen Umwelteinwirkungen durch Luftverunreinigungen, Geräusche, Erschütterungen und ähnliche Vorgänge. Fassung 18.7.2017.
- [2] VwV TB BW 2017. Verwaltungsvorschrift des Umweltministeriums und des Wirtschaftsministeriums über Technische Baubestimmungen Baden-Württemberg. Fassung Dezember 2017.
- [3] Windenergieerlass Baden-Württemberg 2012. Gemeinsame Verwaltungsvorschrift des Ministeriums für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft, des Ministeriums für Ländlichen Raum und Verbraucherschutz, des Ministeriums für Verkehr und Infrastruktur und des Ministeriums für Finanzen und Wirtschaft. Vom 09. Mai 2012 – Az.: 64-4583/404.
- [4] DIBt 2017. Veröffentlichung der Muster-Verwaltungsvorschrift Technische Baubestimmungen. Fassung Dezember 2017.
- [5] juwi AG. Auftrag vom 10.01.2018 und 26.09.2018.
- [6] juwi AG. Unterlagen zum Standort. E-Mails vom 10.01.2018 und 16.05.2018.
- [7] juwi AG. Unterlagen zur Eiserkennung. E-Mail vom 10.01.2018.
- [8] juwi AG. Unterlagen zu den Windbedingungen. E-Mail vom 18.01.2018.
- [9] juwi AG. Angaben zu den Schutzobjekten. E-Mail vom 18.01.2018 und 16.05.2018.
- [10] juwi AG. Unterlagen zur Gondelpositionierung. E-Mail vom 10.10.2018.
- [11] juwi AG. Angaben zu den Vereisungsbedingungen. E-Mail vom 01.02.2018.
- [12] DNV GL 2017. BLADEcontrol Ice Detector BID - Gutachten. Revision 4.
- [13] Tammelin, B. et al. Wind Energy in Cold Climate, Final Report WECO (JOR3-CT95-0014), ISBN 951-679-518-6. Finnish Meteorological Institute. Helsinki, Finland. 2000.
- [14] RICHTLINIE 2006/42/EG- Richtlinie über Maschinen und zur Änderung der Richtlinie 95/16/EG. Fassung Mai 2006.
- [15] DIN EN ISO 12100, Sicherheit von Maschinen — Allgemeine Gestaltungsleitsätze — Risikobeurteilung und Risikominderung. Fassung März 2011.

- [16] DIN EN ISO 13849-1. Sicherheit von Maschinen – Sicherheitsbezogene Teile von Steuerungen. Fassung Juni 2016.
- [17] DIN EN 50126-2. Bahnanwendungen – Spezifikation und Nachweis von Zuverlässigkeit, Verfügbarkeit, Iststandhaltbarkeit und Sicherheit (RAMS). Fassung prEN 50126-2:2015.
- [18] GL 2010. Richtlinie für die Zertifizierung von Windenergieanlagen. Fassung 2010.
- [19] Arbeitsschutzgesetz - ArbSchG. Stand 2015.
- [20] Hauschild, J. et al. Monte-Carlo-Simulation zur probabilistischen Bewertung der Gefährdung durch Eisabwurf bei Windenergieanlagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2146. 2011.
- [21] Hauschild, J. et al. Ermittlung von Trefferwahrscheinlichkeiten in der Umgebung einer Windenergieanlage: Eisabfall, Rotorblattbruch und Turmversagen. Düsseldorf: VDI-Verlag, VDI-Bericht 2210. 2013.
- [22] Hauptmanns, U.; Marx, M. Kriterien für die Beurteilung von Gefährdungen durch technische Anlagen. Verlag VdTÜV, Band 18. November 2010.
- [23] Green Book. Methods for the determination of possible damage – first edition. Voorburg 1989.

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1:	Übersicht zur Standortplanung und vorhandenes Wegenetz.....	15
Abbildung 2:	Prozess zur Risikominderung nach DIN EN ISO 12100 [15] (Ausschnitt)	18
Abbildung 3:	Standortplan mit Abstandsradien nach DIBt und VwV TB Baden-Württemberg.	23
Abbildung 4:	Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ² – Untersuchung L338	26
Abbildung 5:	Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ² – Untersuchung direktes Umfeld	27
Abbildung 6:	Detailplan zur Gondelpositionierung.....	31
Abbildung 7:	Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ² – Untersuchung „WEA 1“ direktes Umfeld mit fester Gondelpositionierung	32

Abbildung 8:	Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ² – Eichberghütte	33
Abbildung 9:	Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ² – Forststützpunkt.....	34
Abbildung 10:	Bildstandpunkte inkl. aufgenommene Bildrichtung.....	35
Abbildung 11:	Bild 1 Forstweg mit Abfahrt auf die L338 (Einfahrt Windpark). Quelle: juwi AG.....	36
Abbildung 12:	Bild 2 Hinweisschild nach LWaldG an der Einfahrt zum Windpark..	37
Abbildung 13:	Bild 3 Ausbauzustand der Forstwege, Bereich Zufahrt Windpark. ...	38
Abbildung 14:	Bild 4 Beschilderung Rad- und Wanderwegeverbindungen am Grösselberg.....	39
Abbildung 15:	Bild 5 Wanderweg zum Grösselberg (nicht befahrbar).....	40
Abbildung 16:	Bild 6 Wirtschaftswege am Grösselberg, bei der Eichberghütte (sind auch als Wanderwege ausgeschildert: „Grösselbergtreuweg“, „Schwenkeweg“).	41
Abbildung 17:	Bild 7 Waldwege zwischen Grösselberg und Sauberg, westlich Standort der WEA 1.	42
Abbildung 18:	Bild 8 Eichberghütte (Schutzhütte) und die staatliche Jagdhütte. ...	43
Abbildung 19:	Bild 9 Forst Stützpunkt.	44
Abbildung 20:	Bild 10 Waldweg westlich des Standorts der WEA 2.	45
Abbildung 21:	Bild 11 Ausgewiesener Wanderweg (Markierung: gelbe Raute) zwischen dem „Grösselberg“ und „Sauberg“ Richtung „Büchenbronner Höhe“, südlich der WEA 1 (befahren von forstwirtschaftlichem Gerät).....	46
Abbildung 22:	Bild 12 Waldweg direkt angrenzend am Standort der WEA 1.	47

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1:	Auflistung der Standortkoordinaten.....	15
Tabelle 2:	Beschreibung der Schutzobjekte.....	16
Tabelle 3:	Begriffsbestimmungen zur Risikobeurteilung	17
Tabelle 4:	Bereiche der Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ²	25

Anlagen (Verzeichnis der Karten)

- Karte 1: Abstandsradien nach DIBt und VwV TB Baden-Württemberg
(Abbildung 3)
- Karte 2: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersu-
chung L338, WEA 1 und WEA 2 (Abbildung 4)
- Karte 3: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersu-
chung direktes Umfeld, WEA 1 und WEA 2 (Abbildung 5)
- Karte 4: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersu-
chung direktes Umfeld mit fester Gondelpositionierung, WEA 1
(Abbildung 7)
- Karte 5: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersu-
chung Eichberghütte, WEA 1 und WEA 2 (Abbildung 8)
- Karte 6: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersu-
chung Forststützpunkt, WEA 1 und WEA 2 (Abbildung 9)

Abkürzungsverzeichnis

BID	Eiserkennungssystem (nach DNV GL)
BImSchG	Bundes-Immissionsschutzgesetz
MEM	Minimum Endogenous Mortality
NH	Nabenhöhe
N	Nord
NNW	Nord-Nord-West
RD	Rotordurchmesser
SO	Schutzobjekt
WEA	Windenergieanlage

Liste der Empfehlungen

- [E 1] Es wird empfohlen, durch Warnschilder an den Zufahrtswegen und Zuwegen im Abstand des Rotordurchmessers der WEA auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen. Die Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall gut sichtbar sind. Hinweis: Es besteht kein Bedarf diese Warnschilder aktiv auszuliegen (siehe [E 4]).
- [E 2] Es wird empfohlen, die betroffenen Forstbetriebe und die für den Arbeitsschutz zuständigen Personen über die zusätzliche Gefährdung durch Eisabfall von WEA schriftlich hinzuweisen mit dem Vermerk, die zusätzliche Gefährdung in die regelmäßige Sicherheitsunterweisung nach §12 Arbeitsschutzgesetz [19] aufzunehmen. Zusätzlich können folgende Hinweise gegeben werden: Es sind die Warnschilder an den Zufahrtswegen der WEA zu beachten. Sollten Tätigkeiten bei Vereisungsbedingungen nicht vermeidbar sein, so sollten diese, unter Anwendung von persönlicher Schutzausrüstung, bevorzugt an der LUV-Seite der WEA sowie nicht unterhalb der Rotorblätter erfolgen.
- [E 3] Die sicherheitstechnische Einbindung des Eiserkennungssystems BLADEcontrol unter Berücksichtigung von Abschalten / Anfahren der

WEA bei Eisansatz ist, wie in dem Gutachten des DNV GL [12] beschrieben, zu belegen.

[E 4]

Es wird empfohlen, für den Forstweg, welcher unmittelbar an der WEA 1 entlang führt (siehe Abbildung 22), aufgrund der hohen Exposition bei Eisabfall (roter Bereich – siehe Abbildung 5) zusätzliche risikomindernde Maßnahmen zu treffen:

- die WEA ist nach erkanntem Eisansatz und erfolgter Abschaltung in eine feste Gondelposition zu fahren (parallel zum Forstweg / 112° ausgehend von Nord bezogen auf die Verlängerung der Rotornabenspitze - siehe Abbildung 6). Die genannte Maßnahme konnte im Rahmen dieser gutachtlichen Stellungnahme als geeignet zur Risikominderung bewertet werden.
- durch aktive Warnschilder (an den Zufahrtswegen und Zuwegen im Abstand des Rotorradius der WEA 1) ist auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen - die aktiven Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall deutlich sichtbar sind.

1 Vorbemerkung/Zielsetzung

Gemäß Windenergieerlass Baden-Württemberg [3] und Anlage A 1.2.8/6 der Verwaltungsvorschrift über technische Baubestimmungen des Bundeslandes Baden-Württemberg [2] sind Abstände zu Verkehrswegen und Gebäuden wegen der Gefahr des Eisabwurfs einzuhalten, soweit eine Gefährdung der öffentlichen Sicherheit nicht auszuschließen ist. Abstände größer als 1,5 x (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) gelten im Allgemeinen in nicht besonders eisgefährdeten Regionen als ausreichend. Werden Abstände wegen der Gefahr des Eisabwurfes nicht eingehalten, so ist eine gutachterliche Stellungnahme eines Sachverständigen zur Funktionssicherheit von Einrichtungen, durch die der Betrieb der Windenergieanlage bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann (z.B. Rotorblattheizung) erforderlich.

Zudem haben Betreiber von Windenergieanlagen (WEA) gemäß BImSchG §5 Abs. 1 Nr. 1 [1] dafür Sorge zu tragen, dass schädliche Umwelteinwirkungen und sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile und erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft nicht hervorgerufen werden können. Zur Vorsorge sind Maßnahmen, die dem Stand der Technik entsprechen, zu treffen.

Am Standort "Am Sauberg" stehen die geplanten WEA (2x GE 5.3-158, NH 161m) in unmittelbarer Nähe folgender Schutzobjekte: Bundesstraße B294, Landstraße L338, befahrbare Forstwege sowie Tourismus Wege. Der Auftragnehmer wurde durch den Auftraggeber mit der Beurteilung der Gefährdung durch Eisabfall beauftragt [5]. Die Untersuchung weiterer Gefährdungen sowie die Bewertung von Sachschäden sind nicht Bestandteil dieser Untersuchung.

Die vorliegende Grundsatzuntersuchung fasst die Erkenntnisse und den technischen Stand zum Zeitpunkt der Erstellung des Berichtes zusammen.

Nachstehend erfolgt zunächst eine kurze Darstellung des Standortes, der Windenergieanlagen (WEA), der Schutzobjekte (SO), der Grundlagen zur Risikobeurteilung sowie die Gesamtbeurteilung der einzelnen Ergebnisse zur Risikobeurteilung Eisabfall gemäß Kapitel 5.

2 Gesamtbeurteilung/Zusammenfassung der Ergebnisse

Die Risikobeurteilung erfolgte unter Berücksichtigung der Anforderungen aus

- der Verwaltungsvorschrift über technische Baubestimmungen des Bundeslandes Baden-Württemberg [2] hinsichtlich
 - der „Gefahr des Eisabwurfs bei Unterschreitung eines Abstands von 1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe)“ und
 - der Maßnahmen zur Vermeidung von Eisabwurf oder Verhinderung von Eisansatz sowie
- dem Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG) §5 Abs. 1 Nr. 1 [1] zur Vorsorge gegen sonstige Gefahren.

Zusammenfassend können die folgenden Ergebnisse und Empfehlungen genannt werden.

Eisabwurf (siehe Kapitel 5.1 und 5.2)

Die westlich gelegene Landstraße L338 sowie Forstwege, Tourismus Wege und sonstige Infrastruktur (Waldhütten) befinden sich innerhalb eines Abstandsradius von 1,5 x (Rotordurchmesser + Nabenhöhe). Die WEA sind mit dem Eiserkennungssystem BLADEcontrol® ausgerüstet, seitens DNV GL liegt ein positives Prüfergebnis zur Bewertung der Eignung der Eiserkennung vor. Der aktuelle Eisstatus wird der Anlage auch vor einem beabsichtigten Wiederanlauf mitgeteilt. Die sicherheitstechnische Einbindung des Eiserkennungssystems BLADEcontrol unter Berücksichtigung von Abschalten / Anfahren der WEA bei Eisansatz ist, wie in dem Gutachten des DNV GL [12] beschrieben, zu belegen [E 3].

Landstraße L338 (siehe Kapitel 5.3.1)

Die westlich gelegene Landstraße L338 befindet sich nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall.

Bundesstraße B294 (siehe Kapitel 5.3.1)

Die die nördlich gelegene Bundesstraße B294 befindet sich nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall.

Forstwege (siehe Kapitel 5.3.2)

Im Umfeld der WEA befinden sich exponierte Forstwege über eine Länge von ca. 366 m (WEA 1) und ca. 219 m (WEA 2). Aufgrund einer möglichen Exposition sind Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von der WEA erforderlich.

- Es wird empfohlen [E 4], für den Forstweg, welcher unmittelbar an der WEA 1 entlang führt (siehe Abbildung 22), aufgrund der hohen Exposition bei Eisabfall (roter Bereich – siehe Abbildung 5) zusätzliche risikomindernde Maßnahmen zu treffen:
 - die WEA ist nach erkanntem Eisansatz und erfolgter Abschaltung in eine feste Gondelposition zu fahren (parallel zum Forstweg / 112° ausgehend von Nord bezogen auf die Verlängerung der Rotornabenspitze - siehe Abbildung 6). Die Verifizierung der genannten Maßnahme erfolgt in Kapitel 5.3.3.
 - durch aktive Warnschilder (an den Zufahrtswegen und Zuwegen im Abstand des Rotorradius der WEA 1) ist auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen - die aktiven Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall deutlich sichtbar sind.
- Generell wird für alle WEA empfohlen, durch Warnschilder an den Zufahrtswegen im Abstand des Rotordurchmessers der WEA auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen. Die Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall gut sichtbar sind [E 1]. Hinweis: Es besteht kein Bedarf diese Warnschilder aktiv auszulegen (siehe [E 4]).
- Es wird empfohlen, die betroffenen Forstbetriebe und die für den Arbeitsschutz zuständigen Personen über die zusätzliche Gefährdung durch Eisabfall von WEA schriftlich hinzuweisen mit dem Vermerk, die zusätzliche Gefährdung in die regelmäßige Sicherheitsunterweisung nach §12 Arbeitsschutzgesetz [19] aufzunehmen [E 2]. Zusätzlich können folgende Hinweise gegeben werden: Es sind die Warnschilder an den Zufahrtswegen der WEA zu beachten. Sollten Tätigkeiten bei Vereisungsbedingungen nicht vermeidbar sein, so sollten diese, unter Anwendung von persönlicher Schutzausrüstung, bevor-

zugt an der LUV-Seite der WEA sowie nicht unterhalb der Rotorblätter erfolgen.

Tourismus Wege (siehe Kapitel 5.3.2)

Im Umfeld der WEA 1 befindet sich ein exponierter Tourismus Weg über eine Länge von ca. 260 m (WEA 1). Aufgrund einer möglichen Exposition sind Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von der WEA erforderlich.

- Generell wird für alle WEA empfohlen, durch Warnschilder an den Zufahrtswegen im Abstand des Rotordurchmessers der WEA auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen. Die Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall gut sichtbar sind [E 1]. Hinweis: Es besteht kein Bedarf diese Warnschilder aktiv auszulegen (siehe [E 4]).

Eichberghütte und staatliche Jagdhütte (siehe Kapitel 5.3.4)

Die zwischen WEA 1 und WEA 2 gelegene Eichberghütte und staatliche Jagdhütte befinden sich nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall.

Forststützpunkt (siehe Kapitel 5.3.5)

Der südlich der WEA 2 gelegene Forststützpunkt befindet sich nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall.

Abschließend und unter der Voraussetzung der Umsetzung der genannten empfohlenen Schutzmaßnahmen zur Risikominderung, können die erforderlichen Risikominderungen als hinreichend und somit die Ziele zur Risikominderung als erfüllt eingestuft werden.

Hinweis:

Die Risikobeurteilung wurde ausschließlich für die beauftragte Gefährdung sowie für die beauftragten Schutzobjekte durchgeführt. Sämtliche Ergebnisse sind unter den für die untersuchten Standorte angegebenen Randbedingungen gültig. Ein Übertrag der Ergebnisse auf andere Windenergieanlagen oder auf andere Standorte oder Schutzobjekte ist nur mit Einschränkungen möglich. Bei Änderungen der WEA-Typen, der Standorte, der Schutzobjekte, der Windbedingungen oder bei abweichenden Umgebungsprofilen verlieren die ermittelten Ergebnisse ihre Gültigkeit.

Alle Untersuchungsobjekte sind hinsichtlich der genannten Randbedingungen vom Auftraggeber vorgegeben worden. Alle Untersuchungen und theoretische Analysen sind vom Sachverständigen persönlich überwacht oder durchgeführt worden.

Alle genutzten Hilfsmittel sind Eigentum der Airbus Defence and Space GmbH, Betrieb Bremen. Sie entsprechen dem aktuellen Stand der Wissenschaft und Lehre und der Erfahrung aus der Praxis.

Dr. -Ing. Jan Hauschild; 19.10.2018

Sachverständiger Risikobeurteilung

3 Beschreibung der WEA-Planungen

Am Standort „Am Sauberg“ plant die juwi AG die Errichtung von 2 WEA des Typs GE 5.3-158, NH 161 m [6]. Gemäß [7] sind die WEA mit einer BLADEcontrol® Eiserkennung ausgestattet.

Die Standorte der WEA können der Abbildung 1 entnommen werden, die Standortkoordinaten sind der Tabelle 1 und der Karte 1 der Anlage zu entnehmen [6].

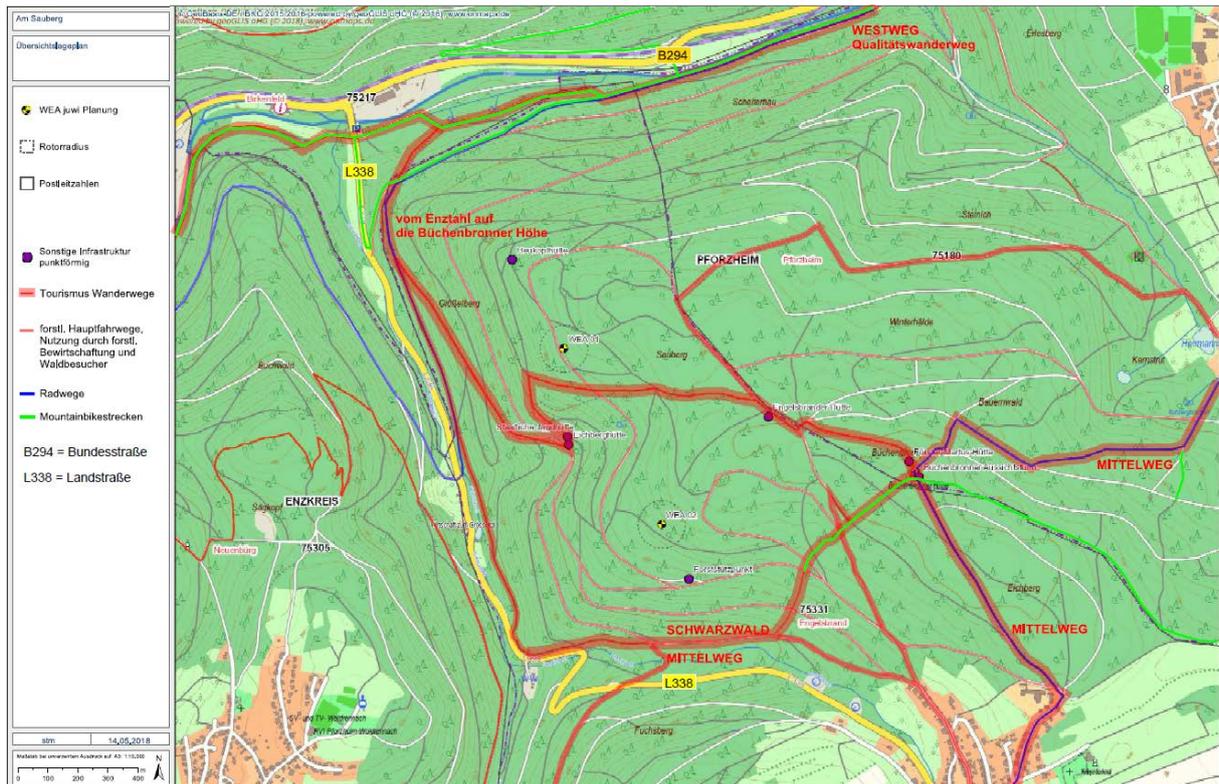


Abbildung 1: Übersicht zur Standortplanung und vorhandenes Wegenetz.

WEA Identifikationsnummer	Standortkoordinaten (WGS84)	
	Breitengrad	Längengrad
WEA 1	48° 50' 49,38"	8° 37' 30,41"
WEA 2	48° 50' 30,32"	8° 37' 46,54"

Tabelle 1: Auflistung der Standortkoordinaten.

In der Nähe der geplanten WEA befinden sich die folgenden Schutzobjekte [9].

Schutzobjekt	Beschreibung	Exposition
Landstraße L338	<ul style="list-style-type: none"> westlich der geplanten WEA minimaler Abstand von ca. 460 m zur WEA 1 und ca. 500 m zur WEA 2 	durchgehender Verkehr
Bundesstraße B294	<ul style="list-style-type: none"> westlich der geplanten WEA minimaler Abstand von ca. 940 m zur WEA 1 und ca. 1.500 m zur WEA 2 	durchgehender Verkehr
Forstwege	<ul style="list-style-type: none"> im Umfeld der WEA 	überwiegend berufliche Exposition von befugten Personen
Tourismus Wege	<ul style="list-style-type: none"> im Umfeld der WEA 	fußläufig, z.B. von Wanderern genutzt
Sonstige Infrastruktur	<ul style="list-style-type: none"> Z.B. Waldhütten im Umfeld der WEA 	fußläufig, z.B. von Wanderern genutzt

Tabelle 2: Beschreibung der Schutzobjekte.

Weitere Standortdarstellungen können Abbildung 11 bis Abbildung 22 (Bilder 1 bis 12) im Anhang entnommen werden.

Die Vereisungshäufigkeit am WEA-Standort „Am Sauberg“ liegt auf Basis von vorgelegten standortspezifischen Daten [11] in einer Größenordnung von 5 Tagen/Jahr. Diese Größenordnung können wir unter Verwendung der Eiskarte Europa des finnischen meteorologischen Instituts [13] mit 8 bis 14 Tagen/Jahr bestätigen. Die Vereisungshäufigkeit ist somit als leicht bis moderat zu bezeichnen.

4 Grundlagen zur Risikobeurteilung

4.1 Begriffsbestimmungen

Zur Risikobeurteilung werden die folgenden Begriffe u.a. nach Maschinenrichtlinie [14] und DIN EN ISO 12100 „Sicherheit von Maschinen – Risikobeurteilung und Risikominderung“ [15] genutzt.

Begriff	Begriffsbestimmung
Gefährdung	bezeichnet eine potenzielle Quelle von Verletzungen oder Gesundheitsschäden [14] → z.B. WEA mit Eisansatz.
Gefahrenbereich	bezeichnet den Bereich in einer Maschine und/oder in ihrem Umkreis, in dem die Sicherheit oder die Gesundheit einer Person gefährdet ist [14] → z.B. Eisabwurf-Abstandsradius nach DIBt [4], Eisabfall-Rotorblattdurchmesser (Erfahrungswert des Gutachters).
Gefährdungssituation	bezeichnet eine Sachlage, bei der eine Person mindestens einer Gefährdung ausgesetzt ist [15] → z.B. Verkehrsteilnehmer innerhalb Eisabwurf-Abstandsradius nach DIBt [4].
Risiko	bezeichnet die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit und der Schwere einer Verletzung oder eines Gesundheitsschadens, die in einer Gefährdungssituation eintreten können [14] → z.B. Verkehrsteilnehmer wird von Eisobjekt getroffen.
Schutzmaßnahme	bezeichnet eine vorgesehene Maßnahme zur Minderung des Risikos [15] → z.B. Eiserkennungssystem zur Vermeidung von Eisabwurf von der laufenden WEA (siehe DIBt [4]).
Restrisiko	bezeichnet das verbleibende Risiko, nachdem Schutzmaßnahmen ergriffen wurden [15] → z.B. Eisabwurf von der laufenden WEA in Folge eines fehlerhaften Eiserkennungssystems.
Risikobeurteilung	bezeichnet die Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst [15].
Risikoanalyse	bezeichnet die Kombination aus Festlegung der Grenzen der Maschine, Identifizierung der Gefährdung und Risikoeinschätzung [15].
Risikobewertung	bezeichnet die auf der Risikoanalyse beruhende Beurteilung, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden [15].
Risikoeinschätzung	bezeichnet die Bestimmung des wahrscheinlichen Ausmaßes eines Schadens und der Wahrscheinlichkeit seines Eintritts [15].
hinreichende Risikominderung	bezeichnet die Risikominderung, die unter Berücksichtigung des Standes der Technik zumindest den gesetzlichen Anforderungen entspricht [15].
Schutzobjekt	Allgemeinheit, Nachbarschaft, Nutzer von Verkehrswegen (Personen / PKW) im Sinne BImSchG [1], DIBt [4].
Eisabwurf	Emittierte Eisobjekte von der betriebenen/laufenden WEA.
Eisabfall	Emittierte Eisobjekte von der stehenden/trudelnden WEA.

Tabelle 3: Begriffsbestimmungen zur Risikobeurteilung

4.2 Risikobeurteilung

4.2.1 Einleitung

Gemäß Maschinenrichtlinie [14] und zugehöriger Standards [15] entspricht eine Risikobeurteilung der Gesamtheit des Verfahrens, das eine Risikoanalyse und Risikobewertung umfasst. Die Risikoanalyse entspricht der Kombination aus Festlegung der Grenzen der Maschine, Identifizierung der Gefährdungen und Risikoeinschätzung [15]. Auf Basis der Risikoanalyse erfolgt abschließend mit der Risikobewertung die Beurteilung, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden [15]. Ggf. sind Schutzmaßnahmen zur Risikominderung zu definieren, um eine hinreichende Risikominderung zu erreichen. Das Vorgehen zur Risikobeurteilung nach DIN EN ISO 12100 [15] ist in Abbildung 2 dargestellt.

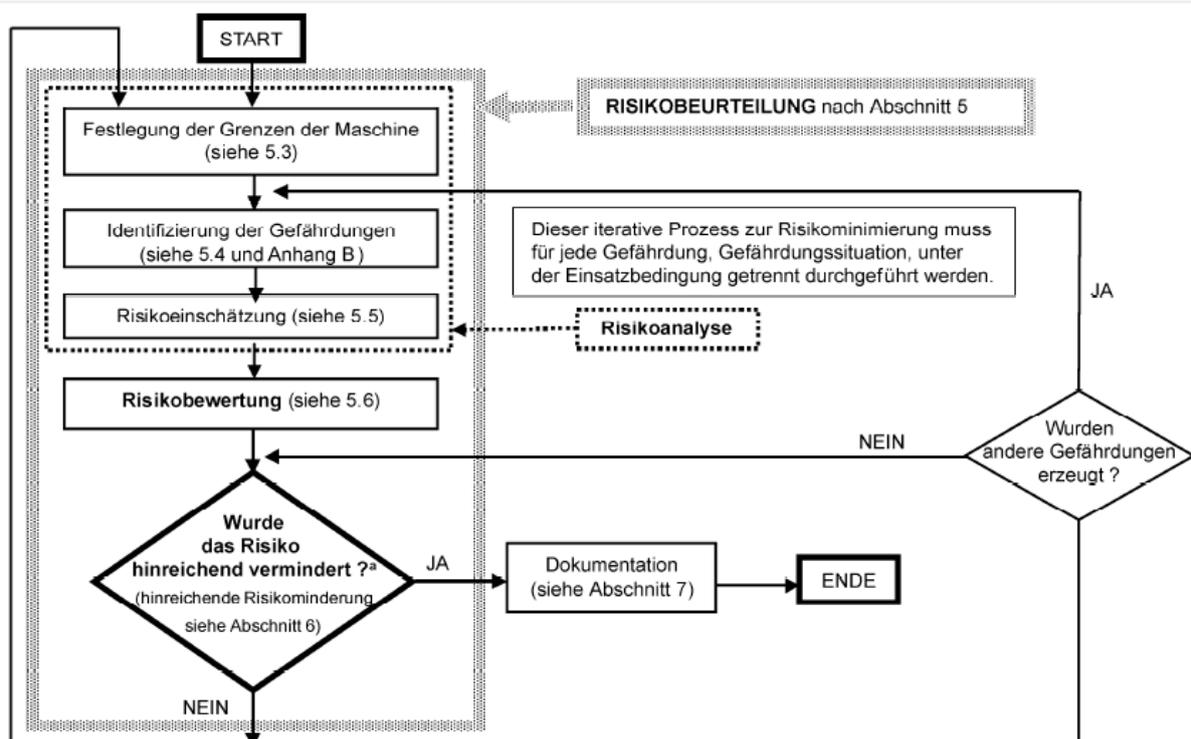


Abbildung 2: Prozess zur Risikominderung nach DIN EN ISO 12100 [15] (Ausschnitt)

In den folgenden Kapiteln 4.2.2 bis 4.2.3 wird kurz auf die Schritte der Risikobeurteilung eingegangen - die Vorgehensweise wird auf die gegebene Fragestellung „Risikobeurteilung Eisabwurf/Eisabfall“ gespiegelt.

4.2.2 Risikoanalyse

Festlegung der Grenzen

Die Festlegung der Grenzen erfolgt unter Berücksichtigung sämtlicher Phasen der Lebensdauer der WEA. Bezogen auf die Bewertung der Gefährdung Eisabwurf und Eisabfall sind die Betriebsarten „Betrieb bei Vereisung“, „Trudeln bei Vereisung“ und „Wiederanfahren nach erfolgter Abschaltung bei Eisansatz“ von Bedeutung. Die Grenzen sind zusätzlich durch die gegebenen Randbedingungen - Lage der Schutzobjekte, Wind- und Vereisungsbedingungen definiert.

Identifizierung der Gefährdungen

Eisobjekte stellen eine sonstige Gefahr im Sinne des BImSchG §5 dar. Der Auftragnehmer wurde durch den Auftraggeber mit der Beurteilung der Gefährdung durch Eisabfall beauftragt [5]. Die Ermittlung und Bewertung weiterer Gefährdungen ist nicht Bestandteil dieses Auftrags.

Risikoeinschätzung

Risiko bezeichnet die Kombination aus der Wahrscheinlichkeit und der Schwere einer Verletzung oder eines Gesundheitsschadens, die in einer Gefährdungssituation eintreten können [14].

Im Rahmen dieser Untersuchung wird der Eisabfall von einer abgeschalteten WEA (mögliches Trudeln) betrachtet. Die Flugbahn eines Eisobjekts wird durch das Zusammenspiel der angreifenden Kräfte charakterisiert, dies sind im Wesentlichen die Schwerkraft sowie die an dem Objekt resultierenden Druckkräfte – zu berücksichtigen sind die zu Beginn der Betrachtung vorliegenden Randbedingungen (insb. Windgeschwindigkeit und Lage des Eisobjektes unmittelbar zum Zeitpunkt des Eisabfalls) [21].

Konservativ wird zunächst angenommen, dass jeder Treffer einer Person durch ein Eisobjekt eine schwere Verletzung bzw. einen tödlichen Unfall zur Folge hat. Eine genauere Modellierung des Schadensausmaßes ist über sogenannte Probit-Beziehungen möglich [22], [23].

Die Vorgehensweise zur Quantifizierung des Risikos durch Eisabwurf und Eisabfall sind ausführlich in [20], [21] beschrieben.

4.2.3 Risikobewertung

Im Rahmen der Risikobewertung wird auf Basis der Risikoanalyse beurteilt, ob die Ziele zur Risikominderung erreicht wurden [15]. Gemäß DIN EN 50126 für Bahnanwendungen [17] gibt es unterschiedliche Methoden und Wege, um ein akzeptables Risikoniveau für relevante Gefährdungen abzuleiten und zu formulieren. Im Folgenden werden verschiedene Ansätze vorgestellt und ein Fazit zur Festlegung eines akzeptablen Risikoniveaus gezogen.

Prinzip der „Kleinsten endogenen Mortalität“ – „MEM Prinzip“

MEM ist eine Methode zur Ableitung von absoluten Werten für die Risikoakzeptanz, basierend auf der natürlichen Todesrate von Menschen bestimmter jüngerer Altersgruppen. In [17] wird hergeleitet, dass ein einzelnes technisches System nicht zu einem Todesrisiko (R) einer einzelnen Person führen darf, mit einer Rate von: $R \leq 1E-05 \text{ Todesfälle} / (\text{Person} \times \text{Jahr})^{(1)}$ - gleichbedeutend mit 1 Todesfall in 100.000 Jahren.

Technische Anforderungen an die Schutzfunktionen von WEA

In [18] führt der Germanische Lloyd mit Verweis auf die ISO 13849 eine Liste von Schutzfunktionen an. Für die Schutzfunktion „Schutz vor Drehzahlüberschreitung“ leitet der GL in [18] einen Performance Level PL d ab (PL ~ Fähigkeit eine Sicherheitsfunktion auszuführen). Im Folgenden betrachten wir die Schutzfunktion „Schutz vor Drehzahlüberschreitung“ als abdeckend zur Bewertung von Gefährdungen durch emittierte Eisobjekte (Rotortrümmer in Folge Versagen der Drehzahlüberwachung vs. Eisobjekte in Folge Eisabwurf oder Eisabfall). Gemäß DIN EN ISO 13849-1 gilt für einen PL d die folgende Anforderung an die durchschnittliche Wahrscheinlichkeit eines gefährlichen Ausfalls je Stunde PFH_D : $1E-07/h \leq PFH_D < 1E-06/h$. Bezogen auf ein Jahr Betrieb einer WEA lässt sich ein Grenzwert für ein technisches Risiko in der Größenordnung $5E-04 / (\text{Ereignis} \times \text{Jahr})$ konservativ ableiten.

¹ $1E-05 = 10^{-5} = 1/100.000 \rightarrow$ allgemein $1E-0X = 10^{-X} = 1/10^X$

Empfehlung des VdTÜV

Vom VdTÜV wird in einer Auswertung [22] empfohlen: Solange keine offiziellen Werte für Deutschland festgelegt werden, schlagen die Verfasser vor, für das Individualrisiko den Wert für Neuanlagen in den Niederlanden mit $1E-06/a^{(2)}$ zu verwenden.

Fazit

Basierend auf den Ausführungen in diesem Kapitel ist zu erkennen, dass die ermittelten Individualrisiken in einer Größenordnung von $1E-06/a$ bis $1E-04/a$ liegen. Wir ziehen für die folgenden Bewertungen einen Grenzwert von $1E-05/a$ heran, dies entspricht im Mittel einem lebensbedrohlichen Unfall alle 100.000 Jahre (Individualrisiko). Hinweis: Dieser Grenzwert liegt eine Größenordnung 10 niedriger als die Anforderungen, welche grundlegend an die technische Sicherheit von WEA gestellt werden. Das festgelegte Risikoniveau kann somit als konservativ betrachtet werden.

4.3 Prüfpunkte zur Bewertung der Gefährdung durch Eisabwurf/Eisabfall

Zur Risikobeurteilung im Sinne der DIBt [4] und der VwV TB Baden-Württemberg [2] „Relevanz und Vermeidung von Eisabwurf“ sowie des BImSchG §5 Abs. 1 Nr. 1 [1] „Vermeidung sonstiger Gefahren – Eisabwurf und Eisabfall“ lassen sich die folgenden Prüfpunkte ableiten.

Prüfpunkt 1 – Abstandsradius nach DIBt

Es wird geprüft, ob sich Schutzobjekte innerhalb eines Abstandsradius von $1,5 \times$ (Rotordurchmesser plus Nabenhöhe) befinden (nach DIBt [4] und VwV TB Baden-Württemberg [2]).

Prüfpunkt 2 – Eiserkennung oder -vermeidung

Es wird geprüft, inwieweit die WEA über Einrichtungen verfügen, durch die der Betrieb bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann (nach DIBt [4] und VwV TB Baden-Württemberg [2]).

² $1E-06 = 10^{-6} = 1/1000.000 \rightarrow$ allgemein $1E-0X = 10^{-X} = 1/10^X$

Prüfpunkt 3 – Gefährdung durch Eisabfall

Es wird geprüft, in welchem Maße Personen in der Nähe der WEA durch Eisabfall betroffen sind.

Die Risikoeinschätzung und -bewertung kann hierbei qualitativ anhand ermittelter Abstandsradien und/oder quantitativ über ermittelte Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² erfolgen. Die Vorgehensweise ist letztendlich von den gegebenen Randbedingungen (Abstände zu den Schutzobjekten, Windbedingungen, Expositionszeiten) abhängig.

Zur Risikobewertung wird geprüft, inwieweit eine hinreichende Risikominderung gegeben ist (siehe Kapitel 4.2.3). Anhand des Ergebnisses werden bei Bedarf Schutzmaßnahmen zur Risikominderung empfohlen, um die Lücke zur hinreichenden Risikominderung zu schließen (falls erforderlich).

5 Risikobeurteilung

Die Risikoanalyse und Risikobewertung erfolgen anhand der in Kapitel 4.3 aufgeführten Prüfpunkte.

5.1 Prüfpunkt 1 – Abstandsradius nach DIBt

Im Rahmen dieses Kapitels wird geprüft, inwieweit sich Schutzobjekte innerhalb eines Abstandsradius von $1,5 \times (\text{Rotordurchmesser RD plus Nabhöhe NH})$ befinden (nach BImSchG [1], DIBt [4] und VwV TB Baden-Württemberg [2]).

Befinden sich Schutzobjekte innerhalb des genannten Abstandsradius, so sind Nachweise zur Funktionssicherheit von Einrichtungen, durch die der Betrieb der Windenergieanlage bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann erforderlich (nach DIBt [4] und VwV TB Baden-Württemberg [2]).

In Abbildung 3 sind die WEA Standorte mit eingetragenen DIBt Abstandsradien von $1,5 \times (158,0 \text{ m RD} + 161,0 \text{ m NH}) = 478,5\text{m}$ dargestellt.

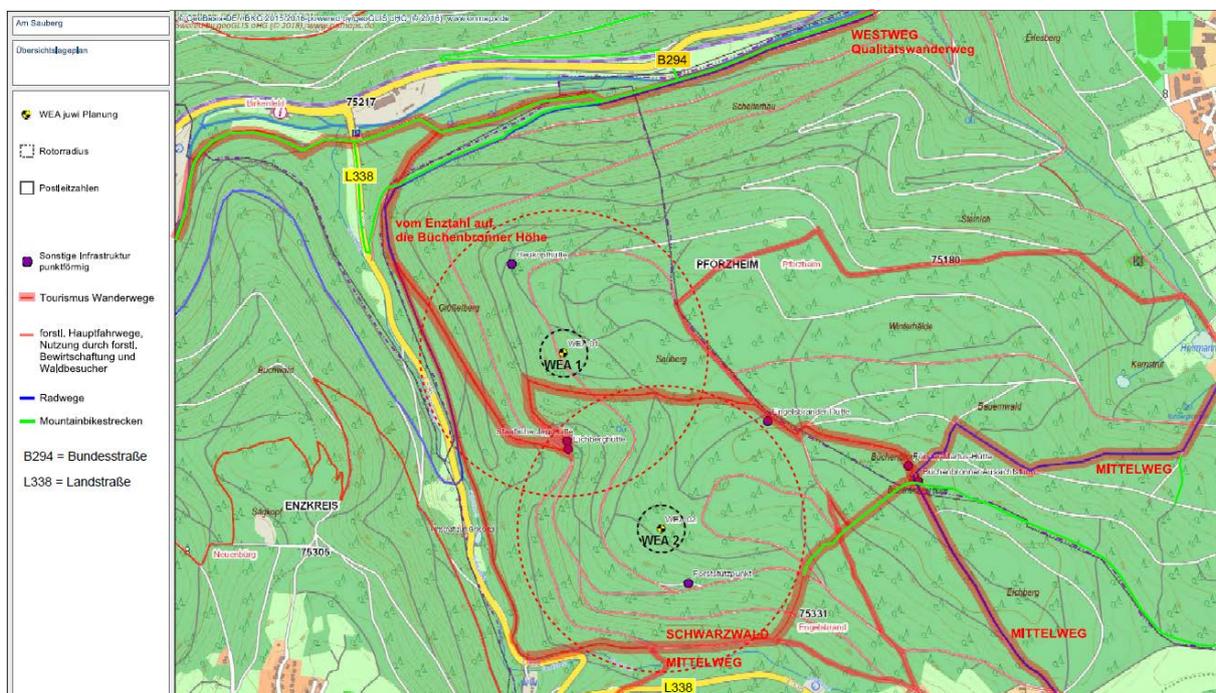


Abbildung 3: Standortplan mit Abstandsradien nach DIBt und VwV TB Baden-Württemberg.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.

Anhand von Abbildung 3 ist zu erkennen, dass

- Teile der Landstraße L338 innerhalb des Abstandsradius der WEA 1 liegen.
- befahrbare Forstwege und Tourismus Wege innerhalb der Abstandsradien der WEA 1 und WEA 2 liegen.
- sonstige Infrastruktur (Heukopfhütte, Staatliche Jagdhütte, Eichberghütte, Forststützpunkt) innerhalb der Abstandsradien der WEA 1 und WEA 2 liegen.

Hieraus folgt, dass die WEA über Systeme zur Vermeidung von Eisabwurf oder Verhinderung von Eisansatz verfügen müssen (siehe Prüfpunkt 2 in Kapitel 5.2).

5.2 Prüfpunkt 2 – Eiserkennung oder -vermeidung

Im Rahmen dieses Kapitels wird geprüft, inwieweit die WEA über Einrichtungen verfügen, durch die der Betrieb bei Eisansatz sicher ausgeschlossen werden kann oder durch die ein Eisansatz verhindert werden kann (nach DIBt [4] und VwV TB Baden-Württemberg [2]).

Die WEA des Typs GE 5.3-158, NH 161,0 m verfügen über ein BLADEcontrol® Eiserkennungssystem (BID) [7], welches vom DNV GL geprüft wurde [12]. Der DNV GL kommt abschließend zu dem folgenden Ergebnis [12]:

- Die Prüfung hat ergeben, dass BLADEcontrol die Gefahr von Eisabwurf im laufenden Betrieb als „sonstige Gefahr“ im Sinne des §5 BImSchG durch Detektion der durch Eisansatz auf den Rotorblättern entstehenden Zusatzmasse aufgrund von Messungen der Blatt-Eigenfrequenzen mit einer Empfindlichkeit erkennt, die das mindestens notwendige Maß deutlich überschreitet.
- Der Hersteller der WEA hat durch ein entsprechendes Gutachten die zweckmäßige und sicherheitstechnisch vollständige Einbindung der Signalisierung von BLADEcontrol in die Anlagensteuerung, entweder direkt oder über eine Einbindung in das SCADA, zu belegen, damit diese Aussage für den mit dem BID ausgestatteten WEA-Typ Gültigkeit hat.
- Aufgrund unterschiedlicher Rotorblattmassen und Rotorblattabmessungen (WEA-Typ) ist BLADEcontrol bei Inbetriebnahme spezifisch einzustellen.
- Nach erkanntem Eisansatz und erfolgter Stillsetzung der Anlage ist das Eiserkennungssystem in der Lage, auch im Stillstand zu messen. Der aktuelle Eis-

status wird der Anlage somit auch vor einem beabsichtigten Wiederanlauf mitgeteilt.

Zusammenfassend folgt, dass BLADEcontrol geeignet ist, Eisabwurf von der laufenden WEA zu vermeiden. Im Rahmen der weiteren Untersuchungen wird somit Eisabfall von der stehenden/trudelnden WEA betrachtet. Die sicherheitstechnische Einbindung des Eiserkennungssystems BLADEcontrol unter Berücksichtigung von Abschalten / Anfahren der WEA bei Eisansatz ist, wie in dem Gutachten des DNV GL [12] beschrieben, zu belegen [E 3].

5.3 Prüfpunkt 3 – Gefährdung durch Eisabfall

Im Rahmen dieses Kapitels wird geprüft, in welchem Maße Personen in der Nähe der WEA durch Eisabfall betroffen sind. Grundlage ist die in Kapitel 4.2 beschriebene Risikobeurteilung, mit welcher das Risiko durch Eisabfall eingeschätzt und bewertet wird. Hierzu werden Gefahrenbereiche ermittelt und dargestellt, indem Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA quantifiziert werden.

Die Gefahrenbereiche der Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² definieren sich wie folgt:

Bereich	Trefferwahrscheinlichkeiten pro m ²
Rot	größer 1E-04 ³
Orange	1E-05 bis 1E-04
Gelb	1E-06 bis 1E-05
Grau	kleiner 1E-06

Tabelle 4: Bereiche der Trefferwahrscheinlichkeiten pro m²

Aufgrund der gegebenen Topographie sind hinsichtlich der umliegenden Schutzobjekte Höhendifferenzen zu berücksichtigen – die Bezugspunkte zur Berechnung der mittleren Überhöhung ergeben sich aus dem Verlauf des Höhenprofils der Schutzobjekte im Gefahrenbereich der WEA (nach DIBt [4] bzw. Abstand des Rotordurchmessers der WEA bei Eisabfall):

- Landstraße L338: mittlere Überhöhung von 216 m.
- Forstwege und Tourismuswege: für das direkte Umfeld der WEA (Forstwege, Tourismus Wege) wurde ebenes Gelände angenommen.

³ 1E-04 = 10⁻⁴ = 1/10.000 → allgemein 1E-0X = 10^{-X} = 1/10^X

- Heukopfhütte: Die Heukopfhütte befindet sich auf dem Höhengniveau der WEA, es ist somit keine Höhendifferenz zu berücksichtigen.
- Eichberghütte und staatliche Jagdhütte: Überhöhung von 83 m.
- Forststützpunkt: Überhöhung von 18 m.

5.3.1 Landstraße L338 und Bundesstraße B294

Mit einer mittleren Überhöhung gegenüber der Landstraße L338 von ca. 216 m ergeben sich die in Abbildung 4 dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA in Bezug zu den genannten Schutzobjekten inkl. Überhöhung.

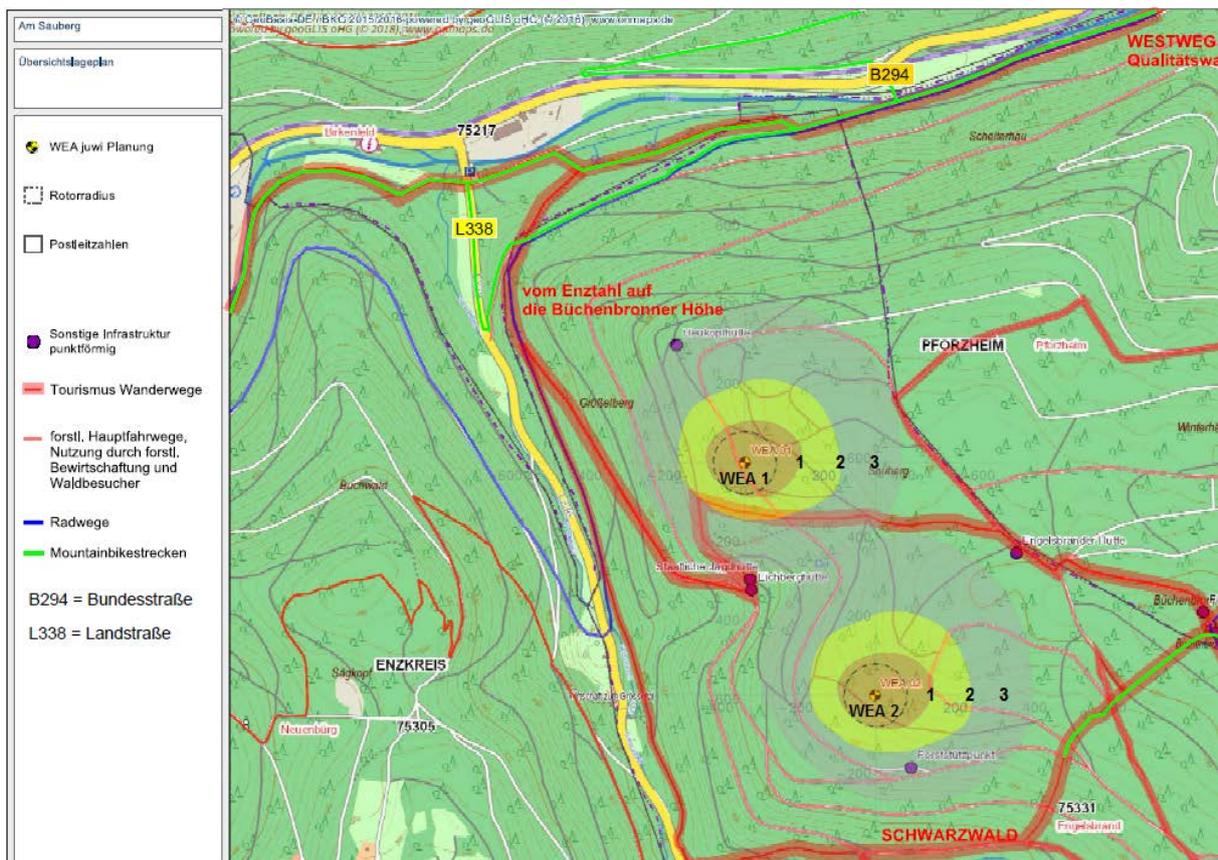


Abbildung 4: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersuchung L338

Landstraße L338

Es ist deutlich zu erkennen (siehe Abbildung 4), dass sich die westlich gelegene Landstraße L338 nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall befindet.

Somit sind für die Landstraße L338 keine Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von den WEA erforderlich.

Bundesstraße B294

Es ist deutlich zu erkennen (siehe Abbildung 4), dass sich die nördlich gelegene Bundesstraße B294 nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall befindet.

Somit sind für die Bundesstraße B294 keine Schutzmaßnahmen zur Risikominde- rung durch Eisabfall von den WEA erforderlich.

5.3.2 Forstwege und Tourismuswege sowie Heukopfhütte

Für das direkte Umfeld der WEA (Forstwege, Tourismus Wege) als auch die Heu- kopfhütte wurde ebenes Gelände angenommen. Es ergeben sich die in Abbildung 5 dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA in Bezug zu den genannten Schutzobjekten inkl. Überhöhung.

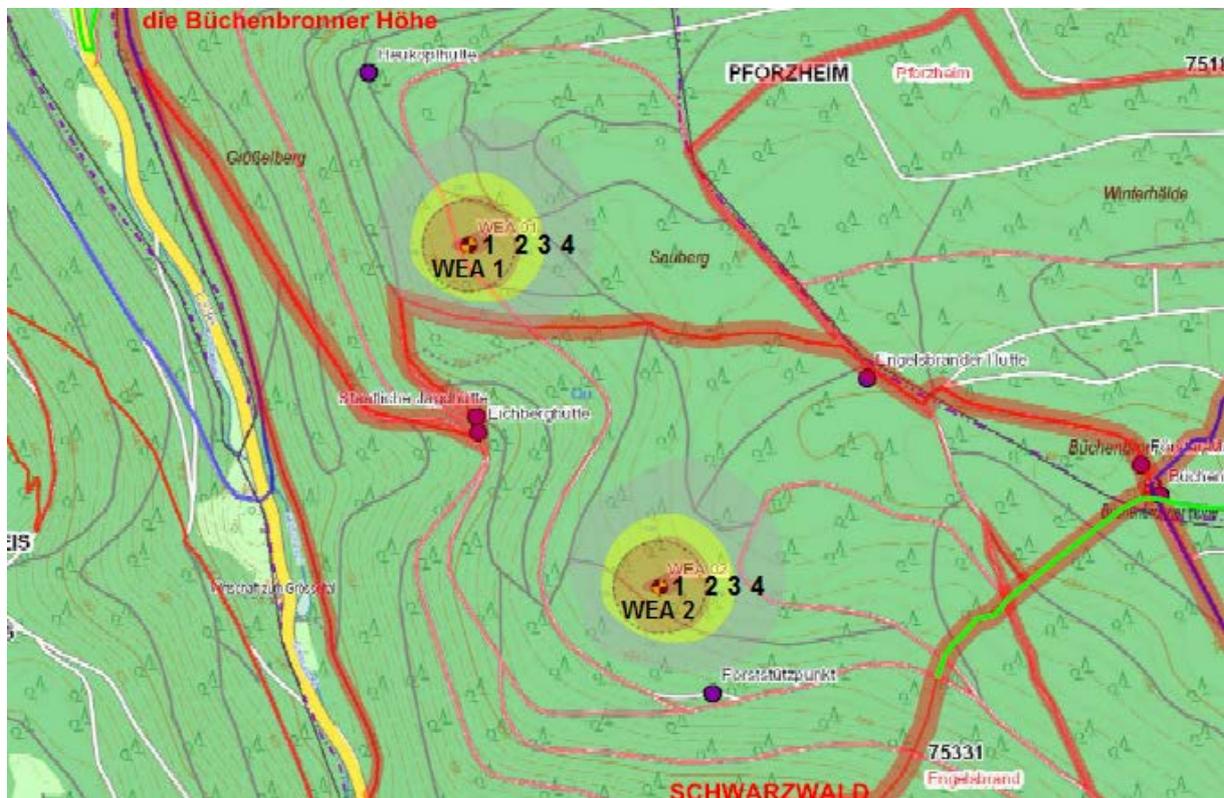


Abbildung 5: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersuchung direktes Umfeld

Forstwege

Es ist zu erkennen (siehe Abbildung 5 bzw. Karte 3 der Anlage), dass sich im Umfeld der WEA 1 und WEA 2 exponierte Forstwege über eine Länge von ca. 366 m (WEA 1) und ca. 219 m (WEA 2) befinden (Bereiche grau, gelb, orange und rot). Zur Exposition sei angemerkt, dass die Forstwege befahrbar sind, aber nur von befugten

Personen (Waldarbeitern, Förstern) etc., auch wenn ein unbefugtes benutzen nicht völlig ausgeschlossen werden kann ([9] sowie Abbildung 12 und Abbildung 22).

Folgende Annahmen sind bei der Risikobewertung zu berücksichtigen:

- Auf den Forstwegen findet kein Verkehr in nennenswerter Größenordnung statt.
- Bei Vereisungsbedingungen ist in Wäldern grundsätzlich mit herabfallenden Ästen und umstürzenden Bäumen zu rechnen (siehe z.B. Abbildung 16, Abbildung 17, Abbildung 20) - längerfristige Tätigkeiten sind bei diesen Bedingungen grundsätzlich nur unter Anwendung entsprechender persönlicher Schutzausrüstung durchzuführen (gemäß ArbSchG [19]).
- Überdachte Fahrzeuge bieten einen natürlichen Schutz gegenüber herabfallenden Eisobjekten (geringe Geschwindigkeit bis max. 30 km/h auf Forstwegen bei Vereisungsbedingungen vorausgesetzt).

Aufgrund einer möglichen Exposition von Personen auf den Forstwegen sind Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von der WEA erforderlich.

- Es wird empfohlen [E 4], für den Forstweg, welcher unmittelbar an der WEA 1 entlang führt (siehe Abbildung 22), aufgrund der hohen Exposition bei Eisabfall (roter Bereich – siehe Abbildung 5) zusätzliche risikomindernde Maßnahmen zu treffen:
 - die WEA ist nach erkanntem Eisansatz und erfolgter Abschaltung in eine feste Gondelposition zu fahren (parallel zum Forstweg / 112° ausgehend von Nord bezogen auf die Verlängerung der Rotornabenspitze - siehe Abbildung 6). Die Verifizierung der genannten Maßnahme erfolgt in Kapitel 5.3.3.
 - durch aktive Warnschilder (an den Zufahrtswegen und Zuwegen im Abstand des Rotorradius der WEA 1) ist auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen - die aktiven Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall deutlich sichtbar sind.

- Generell wird für alle WEA empfohlen, durch Warnschilder an den Zufahrtswegen im Abstand des Rotordurchmessers der WEA auf die Gefährdung durch Eisabfall aufmerksam zu machen. Die Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall gut sichtbar sind [E 1]. Hinweis: Es besteht kein Bedarf diese Warnschilder aktiv auszulegen (siehe [E 4]).
- Es wird empfohlen, die betroffenen Forstbetriebe und die für den Arbeitsschutz zuständigen Personen über die zusätzliche Gefährdung durch Eisabfall von WEA schriftlich hinzuweisen mit dem Vermerk, die zusätzliche Gefährdung in die regelmäßige Sicherheitsunterweisung nach §12 Arbeitsschutzgesetz [19] aufzunehmen [E 2]. Zusätzlich können folgende Hinweise gegeben werden: Es sind die Warnschilder an den Zufahrtswegen der WEA zu beachten. Sollten Tätigkeiten bei Vereisungsbedingungen nicht vermeidbar sein, so sollten diese, unter Anwendung von persönlicher Schutzausrüstung, bevorzugt an der LUV-Seite der WEA sowie nicht unterhalb der Rotorblätter erfolgen.

Tourismus Wege

Es ist zu erkennen (siehe Abbildung 5), dass sich im Umfeld der WEA 1 exponierte Tourismus Wege (siehe z.B. Abbildung 21) über eine Länge von ca. 260 m befinden (grauer Bereich).

Folgende Annahmen sind bei der Risikobewertung zu berücksichtigen:

- Bei Vereisungsbedingungen ist in Wäldern grundsätzlich mit herabfallenden Ästen und umstürzenden Bäumen zu rechnen (siehe z.B. Abbildung 15, Abbildung 17, Abbildung 20) - längerfristige Spaziergänge sind bei solchen Bedingungen nicht zu unterstellen, die Anzahl von Wanderern als auch die Expositionszeiten sind dann als gering einzustufen.

Aufgrund einer möglichen Exposition von Personen auf den Tourismus Wegen sind Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von der WEA erforderlich.

- Generell wird für alle WEA empfohlen, durch Warnschilder an den Zufahrtswegen im Abstand des Rotordurchmessers der WEA auf die Gefährdung

durch Eisabfall aufmerksam zu machen. Die Warnschilder sind so zu errichten, dass diese auch bei Vereisung und Schneefall gut sichtbar sind [E 1]. Hinweis: Es besteht kein Bedarf diese Warnschilder aktiv auszulegen (siehe [E 4]).

5.3.3 Verifizierung der Maßnahme „feste Gondelpositionierung“

Zur Risikominderung der Gefährdung „Eisabfall“ kann eine WEA nach erkanntem Eisansatz in eine feste Gondelposition gefahren werden (Trudeln der WEA in der Rotorebene). Die Intention liegt darin, zu verhindern, dass sich Rotorblätter über dem Schutzobjekt befinden und herabfallende Eisobjekte das Schutzobjekt treffen. Da der Erfolg der Risikominderung von den am Standort vorliegenden Windbedingungen und der Lage der WEA zu den Schutzobjekten abhängig ist, ist die Maßnahme zu verifizieren. Im Zweifelsfall könnte die Gondelpositionierung zu einer Erhöhung des Risikos führen.

Gemäß zugesandter Unterlagen des Auftraggebers [10] ist die WEA nach erkanntem Eisansatz und erfolgter Abschaltung in eine feste Gondelposition zu fahren (parallel zum Forstweg, 112° ausgehend von Nord bezogen auf die Verlängerung der Rortornabenspitze (siehe Abbildung 6).

Unter Berücksichtigung der festen Gondelpositionierung und von ebenem Gelände (im direkten Umfeld der WEA 1) ergeben sich die in Abbildung 5 dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA 1.

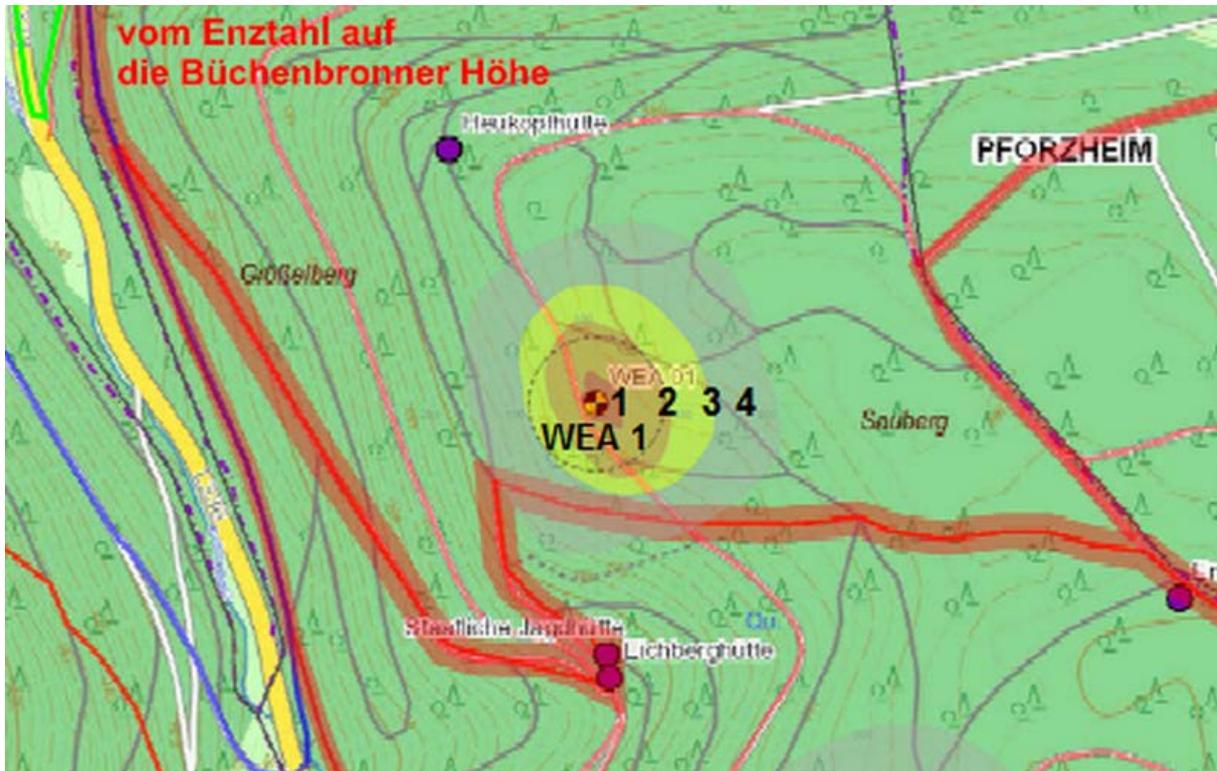


Abbildung 7: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Untersuchung „WEA 1“ direktes Umfeld mit fester Gondelpositionierung

Es ist zu erkennen (siehe Abbildung 7 bzw. Karte 4 der Anlage), dass sich im Umfeld der WEA 1 exponierte Forstwege über eine Länge von ca. 381 m befinden (Bereiche grau, gelb und orange). Im Gegensatz zu den in Abbildung 5 dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten (Analyse ohne feste Gondelpositionierung)

- ist der rote Bereich (Bereich höchster Trefferwahrscheinlichkeit) nicht betroffen.
- kann das Risiko durch herabfallende Eisobjekte getroffen zu werden, halbiert werden.

Die Maßnahme „feste Gondelpositionierung“ (parallel zum Forstweg / 112° ausgehend von Nord bezogen auf die Verlängerung der Rotornabenspitze - siehe Abbildung 6) kann somit abschließend als geeignet bewertet werden.

5.3.4 Eichberghütte und staatliche Jagdhütte

Mit einer mittleren Überhöhung gegenüber Eichberghütte und staatliche Jagdhütte (siehe z.B. Abbildung 18) von ca. 83 m ergeben sich die in Abbildung 8 (Karte 5 der Anlage) dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA in Bezug zu den genannten Schutzobjekten inkl. Überhöhung.

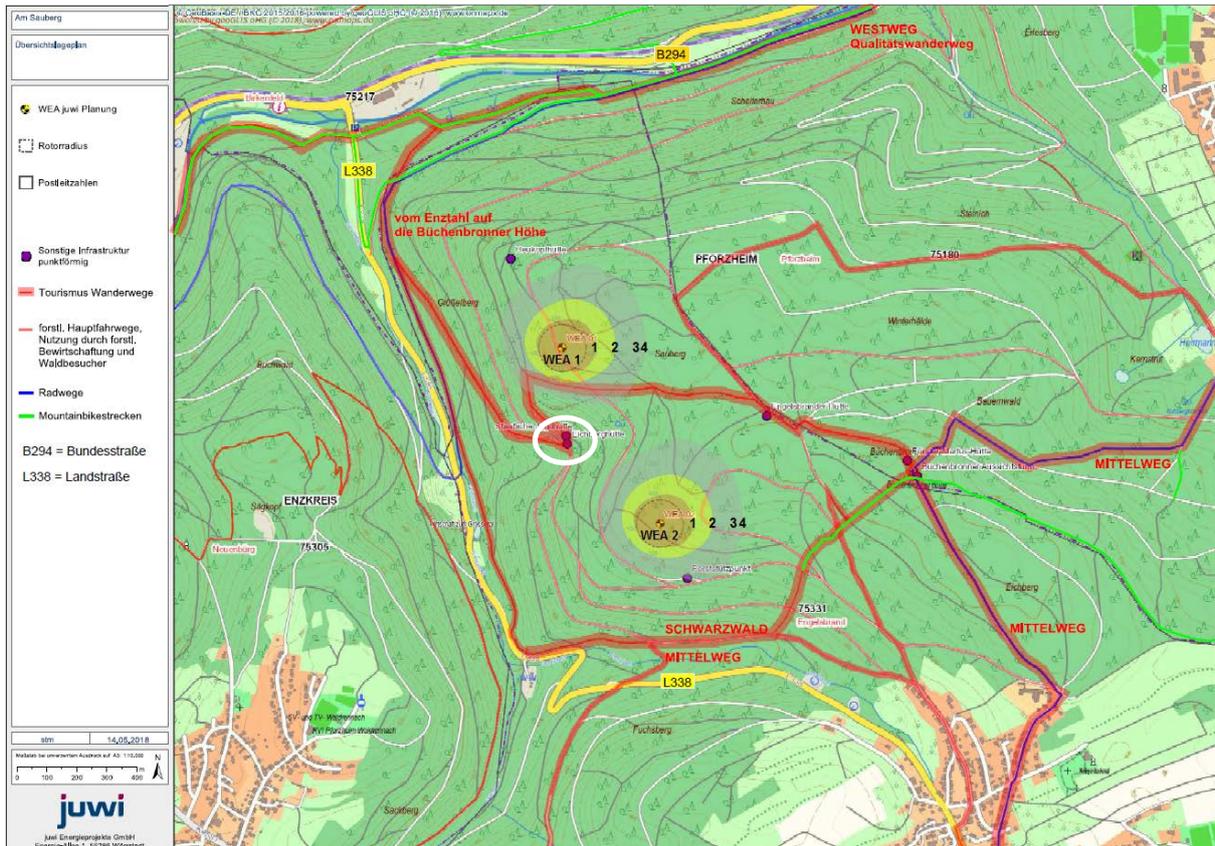


Abbildung 8: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Eichberghütte

Es ist deutlich zu erkennen (siehe Abbildung 8 – weiß eingerahmt / bzw. Karte 5 der Anlage), dass sich weder die Eichberghütte noch die staatliche Jagdhütte im Gefahrenbereich durch Eisabfall befinden.

Somit sind für die Eichberghütte als auch die staatliche Jagdhütte keine Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von den WEA erforderlich.

5.3.5 Forststützpunkt

Mit einer mittleren Überhöhung gegenüber dem Forststützpunkt (siehe z.B. Abbildung 19) von ca. 18 m ergeben sich die in Abbildung 9 (Karte 6 der Anlage) dargestellten Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² rund um die WEA in Bezug zu den genannten Schutzobjekten inkl. Überhöhung.

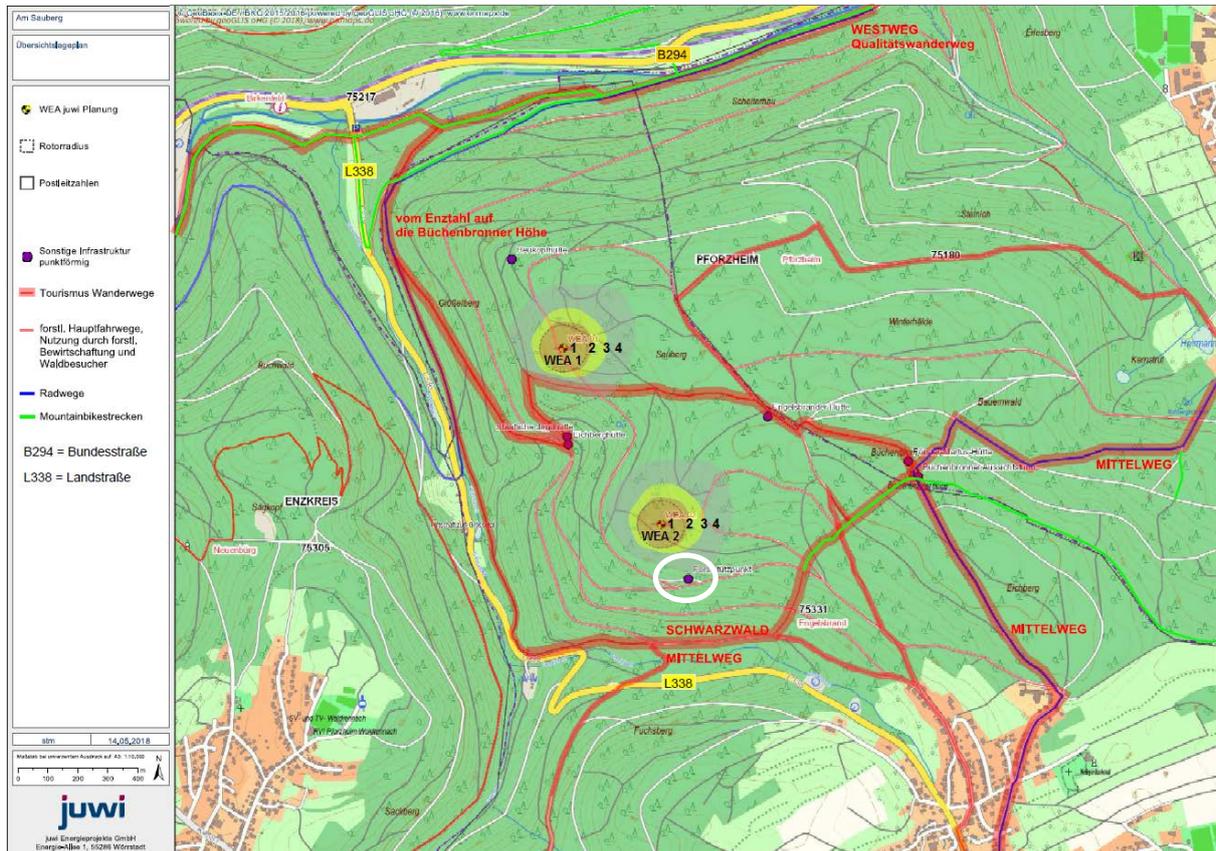


Abbildung 9: Standortplan mit Trefferwahrscheinlichkeiten pro m² – Forststützpunkt

Es ist deutlich zu erkennen (siehe Abbildung 9 – weiß eingerahmt / bzw. Karte 6 der Anlage), dass sich der Forststützpunkt nicht im Gefahrenbereich durch Eisabfall befindet.

Somit sind für den Forststützpunkt keine Schutzmaßnahmen zur Risikominderung durch Eisabfall von den WEA erforderlich.

Anhang

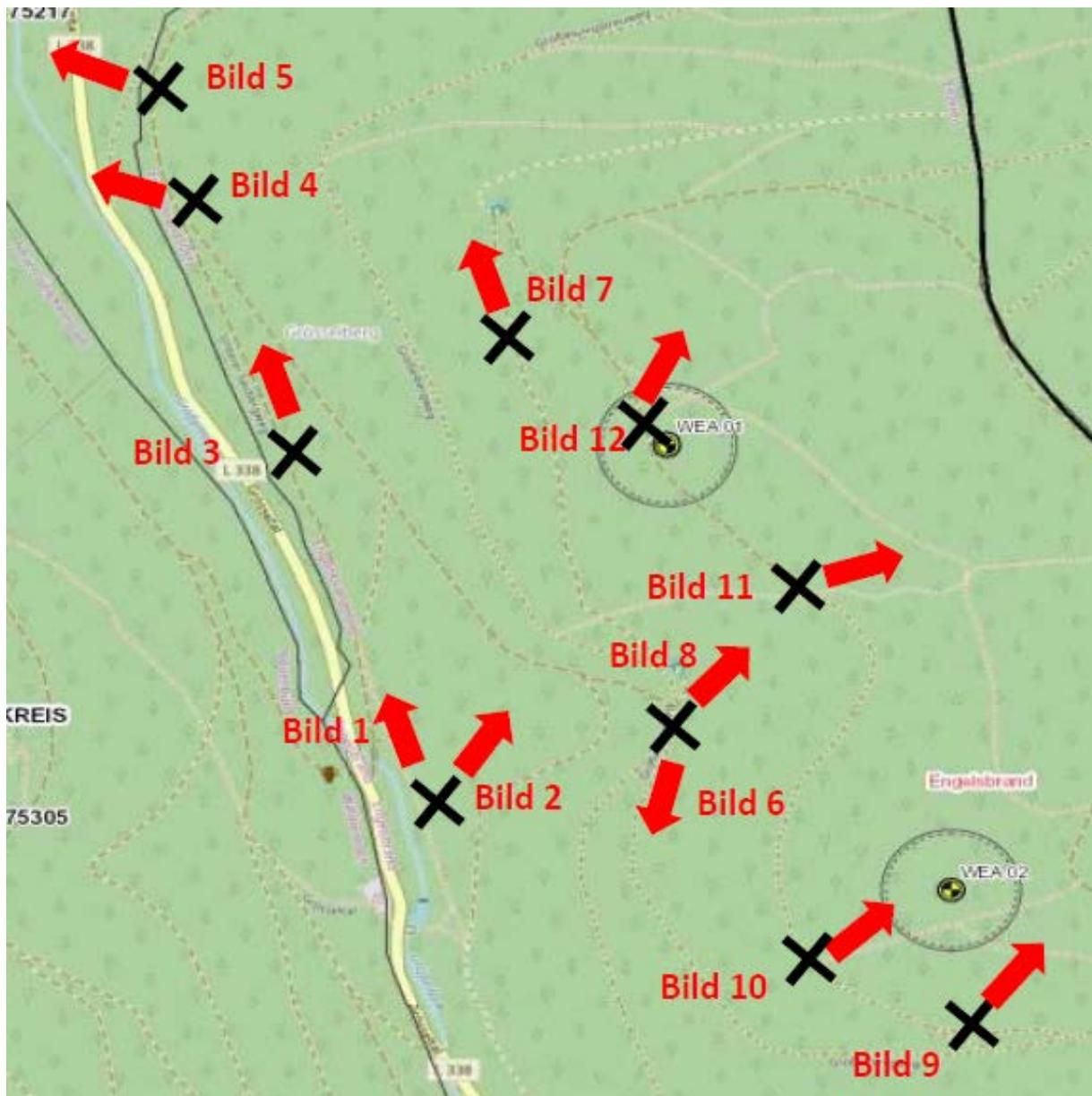


Abbildung 10: Bildstandpunkte inkl. aufgenommene Bildrichtung.



Abbildung 11: Bild 1 Forstweg mit Abfahrt auf die L338 (Einfahrt Windpark). Quelle: juwi AG.



Abbildung 12: Bild 2 Hinweisschild nach LWaldG an der Einfahrt zum Windpark.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Abbildung 13: Bild 3 Ausbaurzustand der Forstwege, Bereich Zufahrt Windpark.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Abbildung 14: Bild 4 Beschilderung Rad- und Wanderwegeverbindungen am Grösselberg.

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Abbildung 15: Bild 5 Wanderweg zum Grösselberg (nicht befahrbar).

Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Abbildung 16: Bild 6 Wirtschaftswege am Grösselberg, bei der Eichberghütte (sind auch als Wanderwege ausgeschildert: „Grösselbergtreuweg“, „Schwenkeweg“).



Abbildung 17: Bild 7 Waldwege zwischen Grösselberg und Sauberg, westlich Standort der WEA 1.



Abbildung 18: Bild 8 Eichberghütte (Schutzhütte) und die staatliche Jagdhütte.



Abbildung 19: Bild 9 Forst Stützpunkt.



Abbildung 20: Bild 10 Waldweg westlich des Standorts der WEA 2.

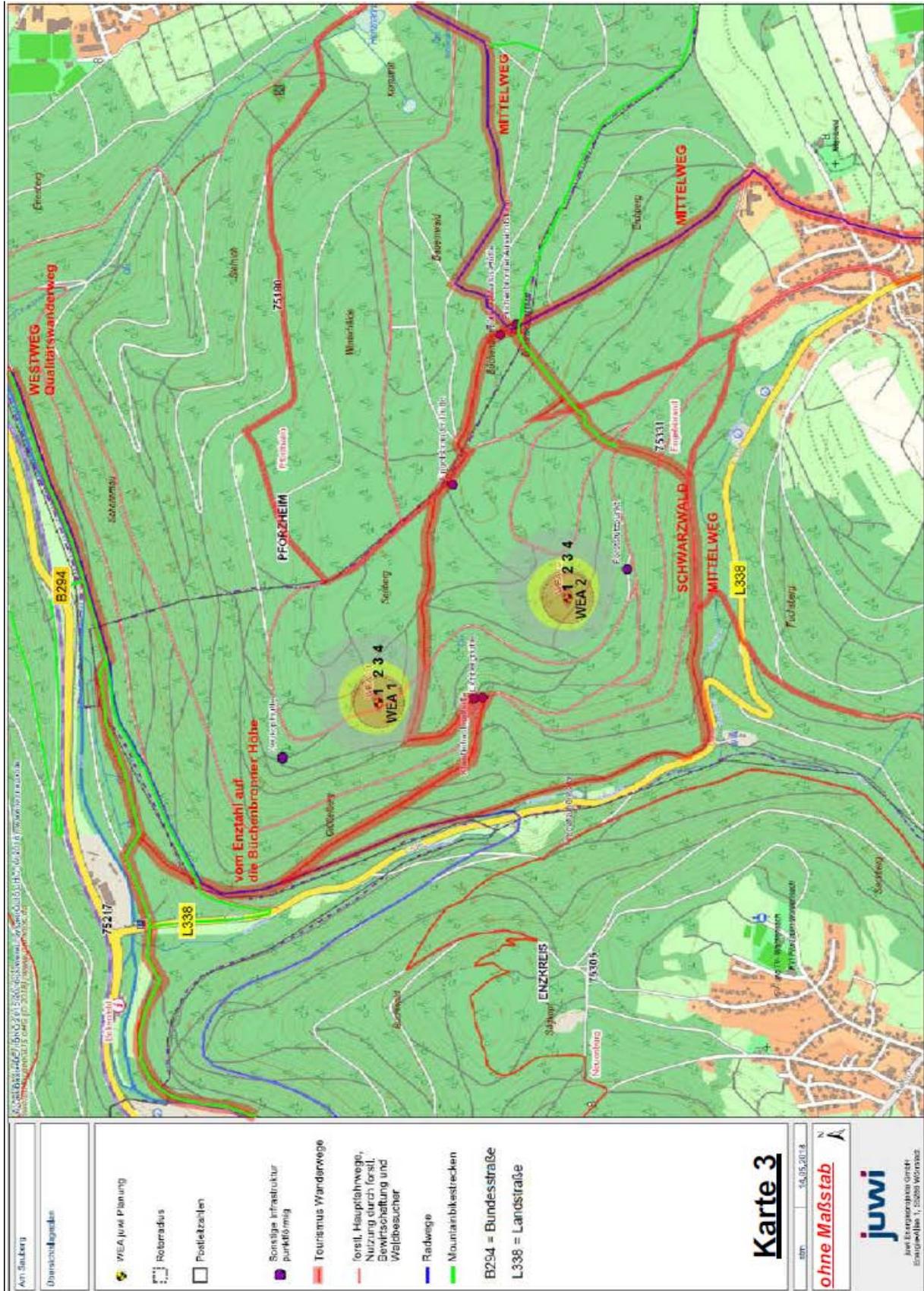


Abbildung 21: Bild 11 Ausgewiesener Wanderweg (Markierung: gelbe Raute) zwischen dem „Gröselberg“ und „Sauberg“ Richtung „Büchenbronner Höhe“, südlich der WEA 1 (befahren von forstwirtschaftlichem Gerät).

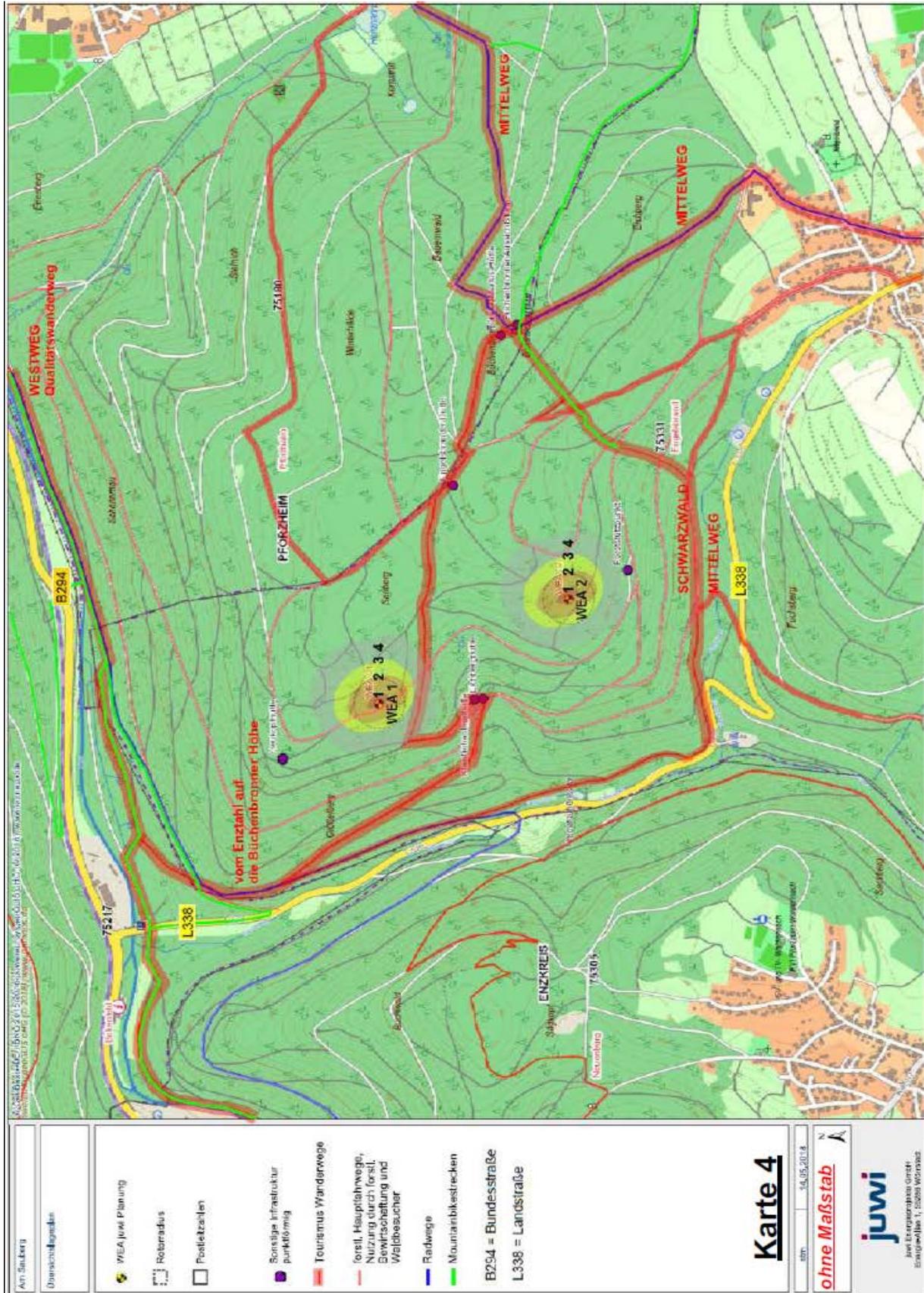
Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



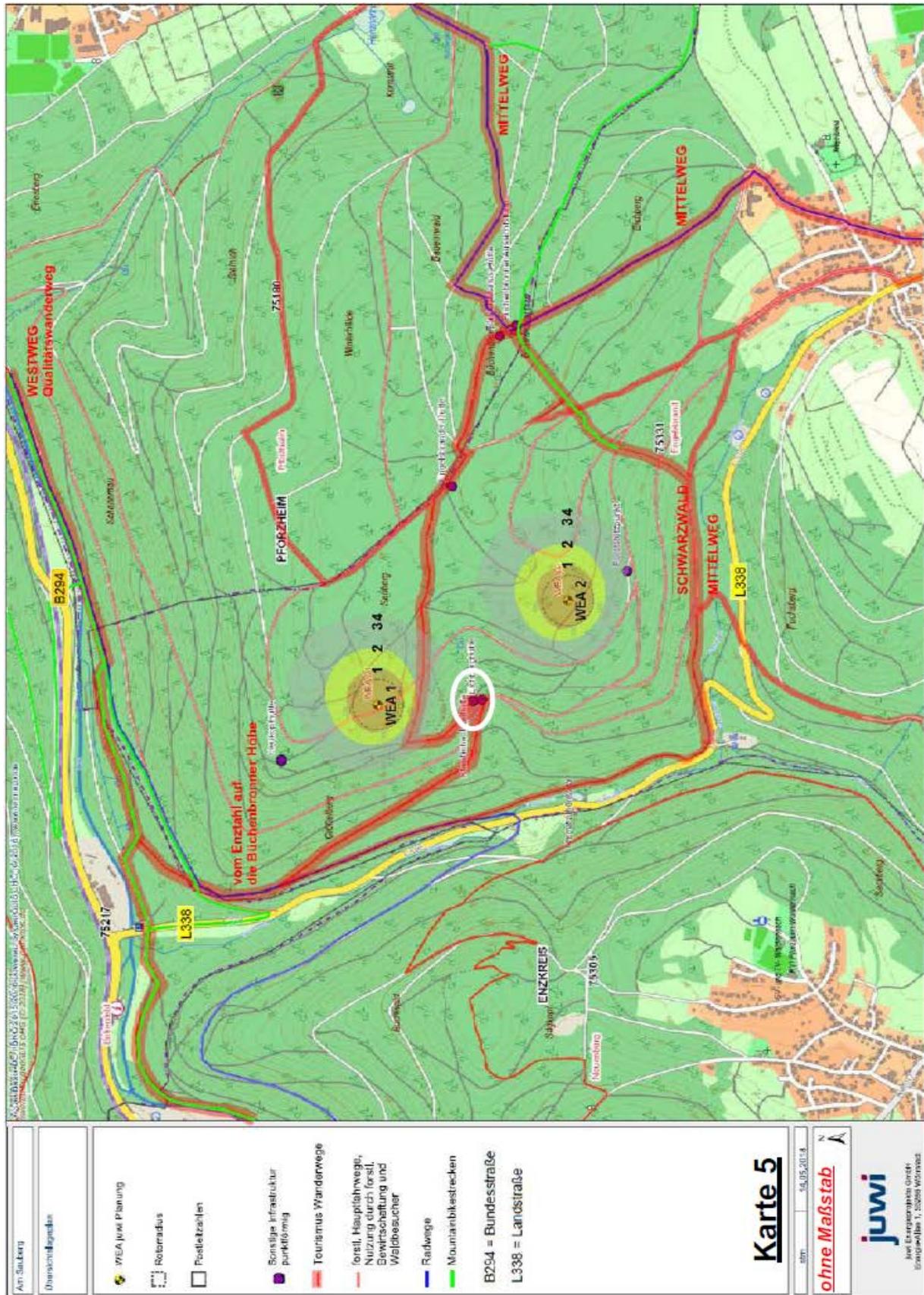
Abbildung 22: Bild 12 Waldweg direkt angrenzend am Standort der WEA 1.



Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung und Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.



Die Weitergabe sowie Vervielfältigung dieser Unterlage ist nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich zugestanden. Zuwiderhandlungen verpflichten zu Schadensersatz. Insbesondere die Veröffentlichung in öffentlich zugänglichen Medien setzt eine explizite schriftliche Zustimmung durch Airbus Defence and Space voraus. Alle Rechte für den Fall der Patenterteilung oder Gebrauchsmuster – Eintragung vorbehalten. Quellenangabe: Alle genutzten Darstellungen sind durch Airbus Defence and Space, bzw. den Bearbeiter erzeugt worden. Bei Luftaufnahmen wird teilweise auf Google Earth Abbildungen zurückgegriffen.

