



BAU- UND BETRIEBS-GMBH DES VERKEHRSLANDEPLATZES WALLDÜRN
WINDKRAFTZENTRUM KORNBERG/ DREIMÄRKER
AERONAUTICAL STUDY

Bericht
Version 1.1
Datum: 11.12.2019

© *airsight GmbH*
Gustav-Meyer-Allee 25
13355 Berlin
Deutschland
Telefon: +49 30 45803177
Fax: +49 30 45803188
www.airsight.de

URHEBERRECHTSINFORMATIONEN

Der vorliegende Bericht ist urheberrechtlich geschützt. Alle Rechte sind vorbehalten. Vervielfältigungen, zu denen auch das Fotokopieren zählt, sind nicht ohne Zustimmung erlaubt.

Version	Datum	Anmerkung
0.9	02.08.2019	Entwurf
1.0	19.08.2019	Finale Fassung
1.1	11.12.2019	Finale Fassung mit Anpassungen

Dieser Bericht besteht aus:

59 Seiten.

Berlin, 11.12.2019

Angefertigt von:

Dipl.-Ing. Katharina Schink

Geprüft von:

Dipl.-Ing. Malte Karger

Genehmigt von:

Dipl.-Wirtsch.-Ing. Florian Schmidt

Inhaltsverzeichnis

Abbildungsverzeichnis	V
Tabellenverzeichnis	VI
Kurzzusammenfassung	7
I Einführung	8
I.1 Aufgabenstellung	8
I.1.1 Zielstellung	8
I.1.2 Untersuchungsgegenstand.....	8
I.2 Grundlagen	9
I.2.1 Datengrundlagen.....	9
I.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen.....	10
I.2.3 Methodik	11
I.2.4 Prämissen für die Untersuchung	15
II Systembeschreibung	16
II.1 Einführung	16
II.2 Flugplatz	16
II.3 Flugbetrieb	18
II.4 Windenergieanlagen	21
III Auswirkungsanalyse	23
III.1 Gefahrenanalyse	23
III.2 Flüge nach Sichtflugregeln (VFR)	26
III.2.1 Platzrundenflüge.....	26
III.2.2 Ausflüge aus der Platzrunde.....	29
III.2.3 Einflüge in die Platzrunde	31
III.2.4 Ausweichmanöver.....	34
III.3 Segelflugbetrieb	36
III.4 Helikopterflüge	37
III.5 Instrumentenanflüge (IFR)	38
IV Risikobewertung	41
V Maßnahmen	43

VI	Aerodynamische Effekte im Nachlauf der WEA.....	44
VI.1	Einführung	44
VI.2	Empfehlungen zu Mindestabständen zu WEA.....	45
VI.2.1	Studie der FH Aachen: „Windenergieanlagen in Flugplatznähe“	45
VI.2.2	University of Liverpool: “Wind Turbine Wake Encounter Study”	45
VI.2.3	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt: „Flugversuche im Nachlauf von großen Windenergieanlagen“	46
VI.2.4	Weitere Studien.....	46
VI.2.5	Abgeleitete Handlungsempfehlungen	47
VI.3	Untersuchung potenzieller Auswirkungen.....	50
VI.3.1	Aerodynamisch Effekte bzgl. Flüge nach Sichtflugregeln (VFR).....	50
VI.3.2	Aerodynamische Effekte bzgl. Instrumentenanflüge (IFR).....	53
VI.4	Zwischenfazit.....	56
VII	Zusammenfassung und Empfehlungen.....	58
	Abkürzungsverzeichnis.....	59

Abbildungsverzeichnis

Abbildung 1: Allgemeine Definition von Risiko.....	12
Abbildung 2: Luftraumstruktur	17
Abbildung 3: Platzrunden für Motorflug und Segelflug gemäß AIP	18
Abbildung 4: Verlängerte Motorplatzrunde.....	19
Abbildung 5: WEA-Standorte	22
Abbildung 6: Schutzbereich um Windenergieanlagen (WEA)	24
Abbildung 7: (Motorflug-)Platzrunde mit Schutzbereichen	26
Abbildung 8: Verlängerte Motorflugplatzrunde und Standorte der WEA.....	27
Abbildung 9: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Steiggradienten	29
Abbildung 10: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Sinkgradienten.....	32
Abbildung 11: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Ausweichszenarien	35
Abbildung 12: Beispiel Verfahrensschutzräume NPA (LNAV) für die Betriebsrichtung 24.....	39
Abbildung 13: Beispiel Verfahrensschutzräume NPA für die Betriebsrichtung 06.....	40
Abbildung 14: Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 5D Rotordurchmesser	50
Abbildung 15: Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 7D Rotordurchmesser	51
Abbildung 16: Verlängerte Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 5D Rotordurchmesser.....	52
Abbildung 17: Verlängerte Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 7D Rotordurchmesser.....	52
Abbildung 18: VSS vs. WEA Nachlauf Mindestabstand 5D.....	54
Abbildung 19: VSS vs. WEA Nachlauf Mindestabstand 7D.....	54
Abbildung 20: Vertikale Betrachtung – VSS, OPS und nomineller Anflugpfad vs WEA.....	55

Tabellenverzeichnis

Tabelle 1: Risikomatrix.....	12
Tabelle 2: Kategorien der Schadensschwere.....	13
Tabelle 3: Kategorien der Schadenshäufigkeit.....	14
Tabelle 4: Geplante Windenergieanlagen	21
Tabelle 5: Gefahren Tabelle	25
Tabelle 6: Zusammengefasste Auswirkung - Platzrunde	28
Tabelle 7: Zusammengefasste Auswirkung - Ausflug aus der die Platzrunde.....	30
Tabelle 8: Zusammengefasste Auswirkung - Einflug in die Platzrunde.....	33
Tabelle 9: Zusammengefasste Auswirkung - Ausweichmanöver	36
Tabelle 10: Gefahren, Szenarien und Risiken (Gesamtrisiken).....	41

Kurzzusammenfassung

In der Nähe des Flugplatzes Walldürn ist die Ausweisung von Windparkpotenzialflächen und die Errichtung von sechs Windenergieanlagen (WEA) durch die ZEAG Energie AG (Heilbronn) geplant. Diese WEA würden mit einer Höhe von bis zu 229.3 m über Grund allgemeine Luftfahrthindernisse darstellen.

Für den Sichtflugbetrieb am Flugplatz Walldürn stellt eine gefährliche Annäherung eines Luftfahrzeugs (LFZ) an eine WEA eine mögliche Gefahr dar, weshalb die Auswirkungen der WEA auf die flugbetriebliche Sicherheit untersucht wurden.

Für den vorherrschenden Flugbetrieb wurden verschiedene Szenarien untersucht, die zu einer gefährlichen Annäherung führen können. Diese umfassen u.a. Platzrundenflüge sowie An- und Abflüge. Für jede Gefahr wurden auf Basis von Berechnungen und Expertenmeinungen die Auswirkungen dieser potenziell unsicheren Situation beurteilt und Risiken für jedes Szenario bewertet.

Aufgrund der Nähe zum Flugplatz Walldürn bestehen für einzelne WEA bzw. Teile des Windvorranggebietes erhöhte oder inakzeptabel hohe Risiken.

Für die weitsichtige Ausbauplanung des Flugplatzes wurde ferner eine erste Abschätzung für potenzielle satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren durchgeführt. Es zeigt sich, dass die geplanten WEA Auswirkungen auf die Anflugminima (OCA/H) haben würden.

Zusätzlich wurden mögliche Auswirkungen von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA auf die flugbetriebliche Sicherheit, betrachtet. Es kann davon ausgegangen werden, dass aeronautische Effekte im Nachlauf der geplanten WEA das flugbetriebliche Risiko teilweise stark erhöhen würden.

Es wird empfohlen, vom Bau einzelner WEA (WEA Hö1 und Ha3) abzusehen und weitere WEA nach Möglichkeit im Standort (WEA Hö2) anzupassen.

Darüber hinaus können aerodynamische Effekte im Nachlauf der geplanten WEA das flugbetriebliche Risiko erhöhen. Insofern sollten für weitere WEA (neben o.g. WEA auch für WEA Ha1 und Ha4) weiterführenden Maßnahmen (bspw. Windrichtungsabhängige Abschaltung) in Betracht gezogen werden. Sofern keine geeigneten Maßnahmen getroffen werden können, wird empfohlen, auch vom Bau der WEA Hö2 abzusehen.

Es wird zur Gewährleistung der flugbetrieblichen Sicherheit von einer Tag- und Nachtkennzeichnung gemäß nationalen Vorschriften sowie Veröffentlichung der WEA im AIP ausgegangen. Zusätzlich sollte auf die WEA, sowie über die Thematik der aerodynamischen Effekte im Nachlauf von WEA im Luftsportverein am Flugplatz hingewiesen werden.

I Einführung

I.1 Aufgabenstellung

I.1.1 Zielstellung

I.1.1.1 Im Nahbereich des Verkehrslandeplatzes Walldürn (EDEW) ist die Ausweisung von Windparkpotenzialflächen vorgesehen. Die ZEAG Energie AG (Heilbronn) plant, sechs neue Windenergieanlagen (WEA) zu errichten.

I.1.1.2 Eine Bewertung der möglichen Auswirkungen auf die Luftsicherheitsbelange sowie den Flugbetrieb durch die Hindernisverdichtung in der Umgebung des Flugplatzes ist Zielsetzung dieser Aeronautical Study. Um die operationelle Sicherung des Flugbetriebs zu gewährleisten, sind alle Einzelbauwerke und deren Verbund aus flugbetrieblicher Sicht zu betrachten.

I.1.1.3 Darüber hinaus wird auf mögliche aerodynamische Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA eingegangen. Aufgrund mangelnder nationaler Vorschriften bzw. variierender Bewertungen erfolgt hierfür eine separate Betrachtung.

I.1.2 Untersuchungsgegenstand

I.1.2.1 Die geplanten WEA können unter bestimmten Bedingungen ein Hindernis für den Luftverkehr darstellen. Als solche müssen sie zur Aufrechterhaltung der Sicherheit des Luftverkehrs gekennzeichnet werden.

I.1.2.2 Das Vorhaben dieser Aeronautical Study hat zum Ziel, die dadurch entstehenden Sicherheitsgefährdungen zu identifizieren sowie Möglichkeiten zu Vermeidung und Verminderung der möglichen Risiken darzustellen.

I.1.2.3 Für die weitsichtige Ausbauplanung des Flugplatzes soll ferner eine erste Abschätzung für potenzielle satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren durchgeführt werden. Es wird davon ausgegangen, dass keine weiteren Aspekte – insbesondere existierende Flüge nach Instrumentenflugregeln oder Anlagenschutzbereiche um Flugsicherungseinrichtungen – betroffen sind. Insofern steht die Prüfung dieser Aspekte nicht im Fokus der Studie.

I.1.2.4 Ferner wird der vorherrschende Segelflugbetrieb und Helikopterflugverkehr am Flugplatz in Bezug auf die geplanten WEA betrachtet.

I.2 Grundlagen

I.2.1 Datengrundlagen

I.2.1.1 Folgende Datengrundlage wurde für die Untersuchung vom Flugsportclub Odenwald e.V. (FSCO) zur Verfügung gestellt:

- WEA-Daten, geplante Standortkoordinaten und Höhen entstammen aus der öffentlichen Veranstaltung/Bürgerbeteiligung Februar 2018 (Start des Genehmigungsverfahrens)
- Windparkpotenzialflächen (PDF)
- Häufigkeitsverteilung der Windrichtung im geplanten WEA-Errichtungsgebiet
- Presseinformationen
- WEA Nachlaufstudien: Kassera-Analyse-Wallduern-V04; DLR Studie_2017
- Teilregionalplan und Stellungnahme zum Teilregionalplan Windenergie zum Einheitlichen Regionalplan Rhein-Neckar¹, 3. Offenlage
- 02_EW_Vorentwurf_FNPGVWHardheimWallduern_FlhAe_Kornberg_20160928.pdf

I.2.1.2 Darüber hinaus wurden folgende Informationsquellen verwendet:

- Deutsche Flugsicherung (DFS)
 - Luftfahrkarte Aeronautical Chart ICAO 1:500.000
 - Sichtflugkarte Wallduern (MAR 2018)
 - Flugplatzkarte Wallduern (MAR 2018)
 - Streckenkarte Enroute Chart (Unterer Luftraum) (DEZ 2018)
 - Luftfahrthandbuch Deutschland (AIP) des Flugplatzes Walldürn (EDEW)
 - Nachrichten für Luftfahrer (NFLs) bezüglich des Flugplatzes Walldürn (EDEW)
 - Hindernisdaten der Area 1 aus dem Luftfahrthandbuch AIP Deutschland
- Internetseite des Flugsportclubs Odenwald e.V.
„<https://www.fsco.de/php/home/home.php>“ (Stand Juli 2019)

- I.2.1.3 Zusätzlich wurden u.a. für die Betrachtung von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf von WEA verwendet:
- FH Aachen: Windenergieanlagen in Flugplatznähe – Gutachten zur Feststellung notwendiger Mindestabstände von Windenergieanlagen zu Flugbetriebsräumen und Flugplätzen unter Berücksichtigung sämtlicher Luftfahrzeugklassen, insbesondere auch der im Luftsport verwendeten (Dezember 2015)
 - Diplomarbeit (H. Schimmels), Untersuchung zum Nachlaufeinfluss von Windenergieanlagen auf Segelflugzeuge (Stuttgart 2014)
 - University of Liverpool: Wind Turbine Wake Encounter Study (March 2015)
 - Civil Aviation Authority United Kingdom: CAP 764 – CAA Policy and Guidelines on Wind Turbines (February 2016)
 - Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt, Flugversuche im Nachlauf von großen Windenergieanlagen (2017)
 - NLR-TR-2016-240, Wind Turbines near Airport (Mai 2016)
 - to70, Dangerous Relationship between Wind Turbines and Aviation (June 2018) (<https://to70.com/dangerous-relationship-wind-turbines-aviation/>)

I.2.2 Rechtliche Rahmenbedingungen

- I.2.2.1 Die in diesem Bericht dokumentierten Untersuchungen wurden entsprechend nationaler und internationaler Vorschriften durchgeführt. Folgende Dokumente sind hierfür insbesondere von Bedeutung:
- Gemeinsamen Grundsätze des Bundes und der Länder für die Anlage und den Betrieb von Flugplätzen und Flugzeugen im Sichtflugbetrieb
 - Richtlinien für die Genehmigung der Anlage und des Betriebs von Segelfluggeländen
 - Grundsätze des Bundes und der Länder für die Regelung des Flugverkehrs an Flugplätzen ohne Flugverkehrskontrollstelle
 - Luftverkehrsordnung (LuftVO)
 - EU-Verordnung 923/2012 (SERA)
 - ICAO Document 8168 (PANS-OPS)
 - ICAO Annex 14 Aerodromes Vol 1 (Aerodrome Design and Operations)
 - ICAO Document 9859 (Safety Management Manual)
 - Bundesamt für Zivilluftfahrt BAZL – Abteilung Sicherheit und Infrastruktur, Leitfaden AD I-005 D: Safety Risk Management auf Flugplätzen

I.2.3 Methodik

- I.2.3.1 Die vorliegende Studie ist in mehrere Unterabschnitte aufgeteilt, die den einzelnen Schritten des angewendeten Sicherheitsrisiko-Bewertungsprozesses entsprechen.
- I.2.3.2 Der angewendete Risikomanagement-Prozess für die Risikobewertung basiert auf den Leitfäden der International Civil Aviation Organisation (ICAO) und der European Aviation Safety Agency (EASA).
- I.2.3.3 Das Kapitel II „Systembeschreibung“ definiert den Umfang der Analyse, die Grenzen sowie Voraussetzungen.
- I.2.3.4 Basierend auf den relevanten Vorgängen innerhalb der definierten Systemgrenzen werden Gefahren identifiziert. In der Auswirkungsanalyse werden die einzelnen Gefahren untersucht und es erfolgt eine Analyse von Auswirkungen des jeweiligen Szenarios. Die entsprechende Gefahrenanalyse und Auswirkungsanalyse erfolgt innerhalb Kapitel III.
- I.2.3.5 Die anschließend in Kapitel III.5 durchgeführte Bewertung analysiert für jede identifizierte Gefahr die Risikoeinstufung für das Errichten des Windparks. Empfohlene Maßnahmen werden in Kapitel V diskutiert.
- I.2.3.6 Kapitel VI „Aerodynamische Effekte im Nachlauf der WEA“ widmet sich dem Thema Turbulenzen im Nachlauf der Windenergieanlagen. Diesbezüglich werden mögliche Risiken für die Errichtung der WEA bzw. auf den Flugbetrieb dargestellt.
- I.2.3.7 Die Ereignisse der Studie sowie Handlungsempfehlungen werden in Kapitel VII zusammengefasst.

Risikoakzeptanzmatrix

- I.2.3.8 In der an die Gefahrenanalyse anschließende Risikoanalyse wird eine Bewertung aller identifizierten Gefahren durchgeführt. Das Risiko stellt ein Maß für die Sicherheit dar und charakterisiert, mit welcher Häufigkeit ein Vorkommnis/Unfall bestimmter Schwere als Konsequenz aus einer bestehenden Gefahr eintreten kann.
- I.2.3.9 Die Sicherheit eines Systems oder Prozesses lässt sich erst nach Kenntnis des Risikos, das dem System oder dem Prozess innewohnt, bewerten. Risiko ist für technische Zusammenhänge allgemein definiert als eine Kombination aus der Häufigkeit oder Wahrscheinlichkeit des Auftretens eines Schadens und der Schwere des Schadens.
- I.2.3.10 Von einer zu untersuchenden Gefahr ausgehend muss unterschieden werden:
- Welcher Schaden ist durch Eintreten der Gefahr zu erwarten und
 - Wie häufig tritt dieser Schaden auf, bzw. wird erwartet

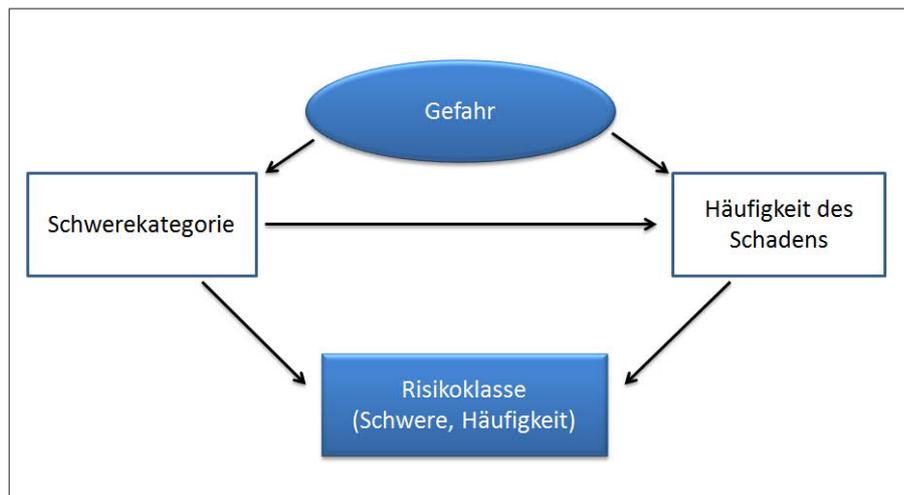


Abbildung 1: Allgemeine Definition von Risiko

- I.2.3.11 Beide Komponenten (Häufigkeit und Schadensschwere) bestimmen das Risiko.
- I.2.3.12 Es ist das Ziel der Kategorisierung von Häufigkeit des Auftretens einer Gefahr und der zu erwartenden Schadensschwere, eine Kennzahl für das jeweilige Risiko zu finden.
- I.2.3.13 Im Rahmen dieser Studie wird das Kennzahlensystem der ICAO verwendet, welches im Safety Management Manual empfohlen wird. Es handelt sich hierbei um eine Risikobewertungsmatrix. Diese Matrix kombiniert die bereits vorgestellten Kategorien der Schadensschwere und der Schadenshäufigkeit (und trifft Aussagen über die Akzeptanz von Risiko durch eine Dreifarben-Kodierung)

Tabelle 1: Risikomatrix

Schadenshäufigkeit	Schadensschwere				
	A katastrophal	B gefährlich	C bedeutend	D gering	E vernachlässigbar
5 = häufig	5A	5B	5C	5D	5E
4 = gelegentlich	4A	4B	4C	4D	4E
3 = selten	3A	3B	3C	3D	3E
2 = sehr selten	2A	2B	2C	2D	2E
1 = äußerst selten	1A	1B	1C	1D	1E

- I.2.3.14 Die rote Kodierung beschreibt ein inakzeptabel hohes Risiko, während Grün ein akzeptables Risiko definiert. Gelb beschreibt einen Bereich, in dem das Risiko nur dann akzeptabel ist, wenn es auch nach Einführung von praktikablen Maßnahmen nicht weiter reduziert werden kann. Dieses wird dann als tolerierbar bezeichnet¹.

¹ Dieser Bereich wird auch mit dem Prinzip des „As Low As Reasonable Practicable“ (ALARP), zu Deutsch: so niedrig wie angemessen durchführbar, beschrieben.

Schadensschwere

I.2.3.15 Unter Beachtung der o.g. Ausführungen zum Risiko geht es in diesem Abschnitt um die Kategorisierung der Schadensschwere.

I.2.3.16 Die ICAO beschreibt eine fünfstufige Skala für die Schadensschwere.² Diese sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 2: Kategorien der Schadensschwere

Value	Severity	Meaning
A	Catastrophic (katastrophal)	<ul style="list-style-type: none"> Equipment destroyed Multiple deaths
B	Hazardous (gefährlich)	<ul style="list-style-type: none"> A large reduction in safety margins, physical distress or a workload such that the operators cannot be relied upon to perform their tasks accurately or completely Serious injury Major equipment damage
C	Major (bedeutend)	<ul style="list-style-type: none"> A significant reduction in safety margins, a reduction in the ability of the operators to cope with adverse operating conditions as a result of an increase in workload or as a result of conditions impairing the efficiency Serious incident Injury to persons
D	Minor (gering)	<ul style="list-style-type: none"> Nuisance Operating limitation Use of emergency procedures Minor incident
E	Negligible (vernachlässigbar)	<ul style="list-style-type: none"> Few consequences

I.2.3.17 Eine gefährliche Annäherung eines LFZ an eine WEA³ kann zu einer erheblichen Störung des Flugbetriebs führen, welche mit Beschädigung des LFZ oder Verletzung von Personen verbunden sein kann. Ein Absturz ist nicht ausgeschlossen, ist aber nur eine mögliche Folge einer gefährlichen Annäherung.

² ICAO Document 9859 (Safety Management Manual); siehe auch Kapitel I.2.2 „Rechtliche Rahmenbedingungen“

³ Als gefährliche Annäherung wird hierbei eine Annäherung bis auf 150 m angesehen, was dem nach VFR einzuhaltenen Mindestabstand zu Hindernissen nach SERA entspricht.

I.2.3.18 Die Schadensschwere des Untersuchungsgegenstandes aller untersuchten Szenarien „Gefährliche Annäherung an WEA“ ist hiernach als „B – Hazardous“ einzustufen.

Schadenshäufigkeit

I.2.3.19 Unter Beachtung der o.g. Ausführungen zum Risiko geht es in diesem Abschnitt um die Kategorisierung der Auftrittshäufigkeit der Gefahren durch die geplanten WEA.

I.2.3.20 Die ICAO beschreibt eine fünfstufige Skala für die Schadenshäufigkeit.⁴ Diese sind in folgender Tabelle dargestellt.

Tabelle 3: Kategorien der Schadenshäufigkeit

Value	Likelihood	Meaning	Definition ⁵
5	Frequent (häufig)	Likely to occur many times (has occurred frequently)	more frequent than 10 times a year (>10/y)
4	Reasonably probable (gelegentlich)	Likely to occur sometimes (has occurred infrequently)	between 10 times a year and once in a year (10-1/y)
3	Remote (selten)	Unlikely to occur, but possible (has occurred rarely)	less often than once in a year but more than once every 10 years (1-0.1/y)
2	Extremely remote (sehr selten)	Very unlikely to occur (not known to have occurred)	between once every 10 years and once every 100 years (0.1-0.01/y)
1	Extremely improbable (äußerst selten)	Almost inconceivable that the event will occur	less often than once every 100 years (<0.01/y)

I.2.3.21 Aufgrund mangelnder Modelle für die Berechnung von Schadenshäufigkeiten, ist eine quantitative Analyse der Schadenshäufigkeiten, nicht ohne weiteres möglich.

I.2.3.22 Insofern werden qualitative Methoden angewendet. Für Flüge nach Sichtflugregeln gilt letztendlich, dass Hindernisse erkannt werden und diesen ausgewichen werden können (Prinzip „see-and-avoid“).

Auswirkungsanalyse und Risikobewertung

I.2.3.23 Die Auswirkungsanalysen und Risikobewertung erfolgte in weiten Teilen durch ein multidisziplinäres Expertenteam von Ingenieuren und Piloten. Zu diesem Zweck fanden mehrere Arbeitstreffen statt.

I.2.3.24 Der Analyse entsprechend wurden Berechnungen durchgeführt und Szenarien graphisch dargestellt.

⁴ ICAO Document 9859 (Safety Management Manual); siehe auch Kapitel I.2.2 „Rechtliche Rahmenbedingungen“

⁵ Diese Definition ist nicht im ICAO Document 9859 (Safety Management Manual) enthalten. Sie basiert stattdessen auf Vorschriften der Schweizer Zivilluftfahrtbehörde (BAZL); siehe auch Kapitel I.2.2 „Rechtliche Rahmenbedingungen“

I.2.3.25 Das Ergebnis der Risikobewertung wird in Kapitel III.5 vorgestellt. Für ein als akzeptabel niedrig eingestuftes Risiko ist keine weitere Aktion erforderlich. Wenn das Risiko nicht akzeptabel ist oder sich im tolerierbaren Bereich der Risiko-Verträglichkeit-Matrix befindet, werden Gegenmaßnahmen entwickelt (Kapitel V „Maßnahmen“).

I.2.3.26 Falls praktikable Maßnahmen nicht ausreichen, um Risiken auf ein akzeptables Niveau zu senken oder nicht umsetzbar sind, ist von der Errichtung der WEA bzw. vom Flugbetrieb abzuraten.

I.2.4 Prämissen für die Untersuchung

I.2.4.1 Die vorliegende Studie basiert auf folgenden Prämissen:

- Systembeschreibung gemäß Kapitel 0;
- Die WEA sind gemäß der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen gekennzeichnet;
- Maßgebend für diese Studie ist der Motorflugbetrieb mit dazugehöriger Platzrunde südlich der Bahn 06/24.

I.2.4.2 Die genannten Prämissen finden für die gesamte Risikobewertung Anwendung. Wird von diesen abgewichen, kann eine erneute Risikobewertung notwendig sein.

II Systembeschreibung

II.1 Einführung

II.1.1 Für eine umfassende Auswirkungsanalyse und Risikobewertung wird eine aktuelle und vollständige Bestandsaufnahme vorausgesetzt. Diese beinhaltet die Erfassung, Auswertung und Aufbereitung aller für die Untersuchung relevanten Informationen, die sowohl den Ist- als auch den Planungszustand abdecken.

II.1.2 Folgende Informationen wurden im Rahmen der Studie erfasst und aufbereitet:

- Charakteristika des Flugplatzes Walldürn (Kapitel II.2)
- Charakteristika des Flugbetriebs (Kapitel II.3)
- Charakteristika der geplanten WEA (Kapitel II.4)

II.2 Flugplatz

II.2.1 Der Verkehrslandeplatz Walldürn (EDEW) liegt ca. 1,4 NM östlich vom Walldürer Stadtzentrum, südöstlich der Bundesstraße 27. Der Flugplatz wird von Flugsportclub Odenwald e. V. Walldürn/Bau- und Betriebs GmbH Flugplatz Walldürn betrieben.

II.2.2 Der Flugplatz ist zugelassen für den Sichtflugbetrieb bei Tag und Nacht (VFR, NVFR).

II.2.3 Der Flugplatz Walldürn verfügt über eine Asphaltbahn (820 m x 20 m) mit einer Bahnausrichtung 06/24 und Betriebsflächen für Segelflugzeuge.

II.2.4 Der Flugplatz Walldürn ist der ICAO-Referenz-Code-Zahl 1 zu zuordnen.

II.2.5 Folgende Auflistung stellt verschiedene Informationen zum Flugplatz Walldürn zusammen:

- | | |
|---|------------------------------|
| • ICAO-Code | EDEW |
| • Betrieb | Sichtflug |
| • Geographische Koordinaten (WGS-84) | 49° 34,90' N / 009° 24,13' E |
| • Ausrichtung der Start- und Landebahn | 06/24 |
| • Länge / Breite der Start- und Landebahn / Art | 820 m / 20 m / Asphalt |
| | Start 760 m / 730 m |
| | Landung 730 m / 760 m |
| • Höhe Flugplatzbezugspunkt über NN | 1322 ft (403m) |
| • Angenommene Höhe Schwelle 06 NHN ⁶ | 1309 ft / 399 m |

⁶ Die Schwellenkoordinaten sind nicht veröffentlicht und wurden aus Google Earth extrahiert.

- Angenommene Höhe Schwelle 24 NHN⁶ 1322 ft / 403 m
- FIS Frequenz 119,150 MHz
- Veröffentlichte (Motorflug-) Platzrundenhöhe 2100 ft MSL
- Angenommene (Segelflug-) Platzrundenhöhe 200 m über Grund⁷
- Funk-Rufzeichen Walldürn Info
- Betriebszulassungen Segelflugzeuge
Motorsegler
Motorflugzeuge bis 5,7 t
Hubschrauber
Ultraleichtflugzeuge
Freiballon PPR
Fallschirmsprungbetrieb PPR

II.2.6 Der Flugplatz sowie die geplanten WEA liegen im unkontrollierten Luftraum G (GND bis 2500 ft AGL). Folgende Abbildung stellt die Luftraumstruktur dar.

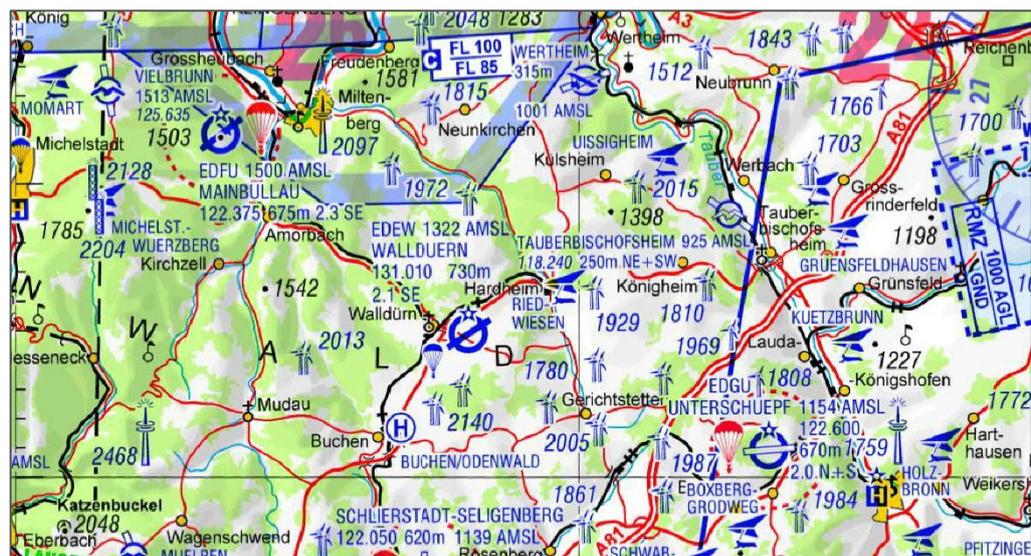


Abbildung 2: Luftraumstruktur

II.2.7 (Radar-)Führungsmindesthöhen bzw. Minimum Vectoring Altitudes werden von den geplanten WEA nicht beeinträchtigt.⁸

⁷ Die Höhe für die (Segelflug-)Platzrunde ist nicht im AIP veröffentlicht und wird daher mit 200 m über Platzhöhe für typischen Segelflugbetrieb angenommen.

⁸ Die Führungsmindesthöhen im Umfeld des Flugplatzes Walldürn sowie der geplanten WEA sind mit 4400 ft MSL gegeben. Die durch die geplanten WEA mindestens erforderliche Führungsmindesthöhe beträgt 3200 ft MSL (2160 ft MSL Anlagenhöhe + 1000 ft Sicherheitsmindesthöhe über dem höchsten Hindernis im Umkreis von 8 km)

II.3 Flugbetrieb

- II.3.1 Am Flugplatz Walldürn findet sowohl VFR als auch NVFR Flugverkehr statt, wobei eine vorherige Genehmigung außerhalb der veröffentlichten Betriebszeiten und für NVFR erforderlich ist ("Prior Permission Required" (PPR)). Anfliegende Luftfahrzeuge haben fünf Minuten vor Erreichen des Flugplatzes Sprechfunkverbindung aufzunehmen.
- II.3.2 Neben dem Betrieb von Motorflugzeugen findet am Flugplatz Walldürn auch Ultraleichtflug-, Motorsegelflug-, Segelflug-, Helikopter- und Fallschirmbetrieb statt. Besonders hervorzuheben ist, dass nach Angaben des Flugplatzbetreibers viel Schulungsflugbetrieb am Flugplatz Walldürn stattfindet und dass ein großer Anteil auch von außerhalb anfliegen.
- II.3.3 An- und Abflüge sowie Platzrunden sind entsprechend der im AIP dargestellten Sichtflugkarte durchzuführen. Südlich der Bahn befinden sich die Platzrunde für den Motorflugbetrieb (2100 ft über NN) und nördlich für den Segelflug- und Motorsegelflugbetrieb. Die folgende Abbildung stellt die im Luftfahrthandbuch (AIP) vorgegebenen veröffentlichten Platzrunden dar.

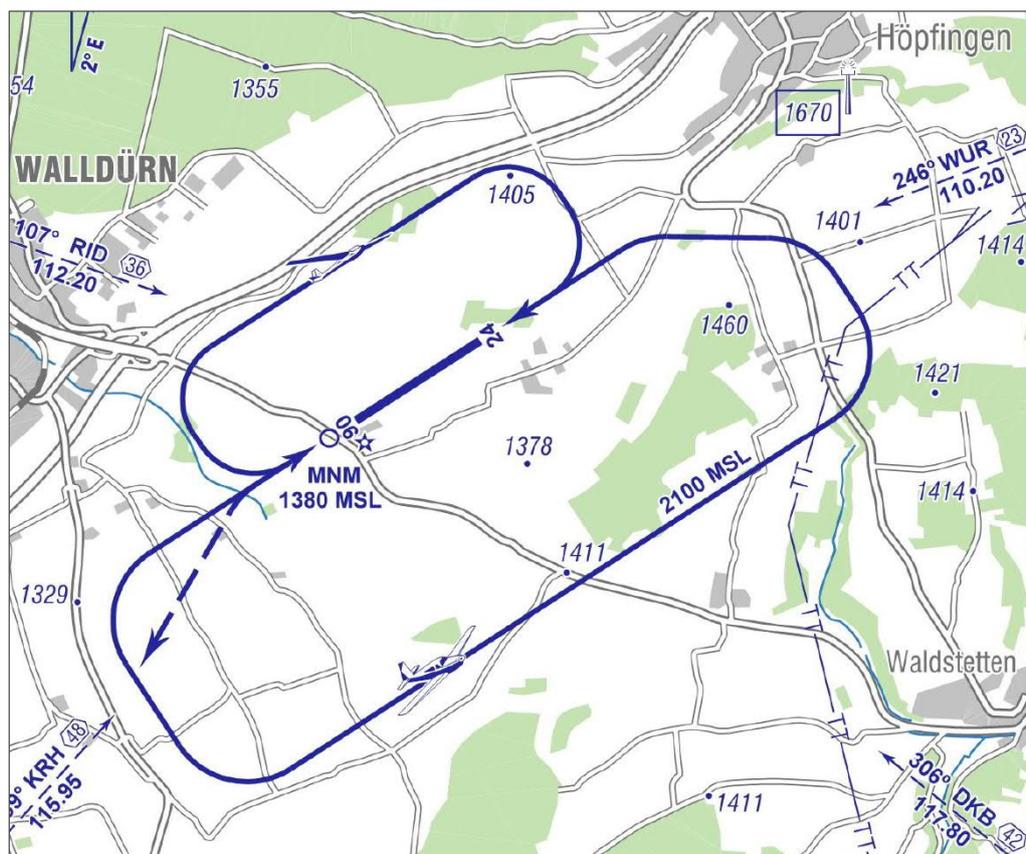


Abbildung 3: Platzrunden für Motorflug und Segelflug gemäß AIP

- II.3.4 Bei einer standardmäßigen Platzrunde erfolgt das Einfliegen in die Platzrunde in der Regel in den Gegenanflug und das Ausfliegen aus dem Querabflug. Dabei sind verschiedene Ein- und Ausflugwinkel möglich, oftmals werden 45° oder 90° zum Gegenanflug oder Querabflug verwendet. Geradeausanflüge (Anflug auf verlängerter Landebahn-Mittellinie) sowie Direktanflüge (Anflug aus variabler Position direkt zum Endanflug) und Direktabflüge sind aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Lärmvermeidung möglich, wenn es der Platzrundenverkehr erlaubt⁹.
- II.3.5 Am Flugplatz Walldürn erfolgen üblicher Weise Aus- und Einflüge in die bzw. aus der Platzrunde in der Regel senkrecht zum Gegenanflug. Midfield-crossings und Direktanflüge und -abflüge finden laut Aussage des Flugplatzbetreibers eher selten statt.
- II.3.6 Aufgrund des zeitweisen erhöhten Verkehrsaufkommens¹⁰, des Mischflugbetriebs auch mit unterschiedlichen Fluggeschwindigkeiten, der zeitweisen Belegung der Landebahn¹¹ sowie des Schulungsbetriebs kann eine Verlängerung des Gegenanfluges der Platzrunde notwendig sein, um eine „Staffelung“ der Luftfahrzeuge gewährleisten zu können. Eine Verlängerung des Gegenanfluges um bis zu einem Kilometer ist laut Flugplatzbetreiber ein übliches Verfahren am Flugplatz Walldürn. Die folgende Abbildung stellt eine solche (Motorflug-)Platzrunde mit verlängertem Gegenanflug dar.

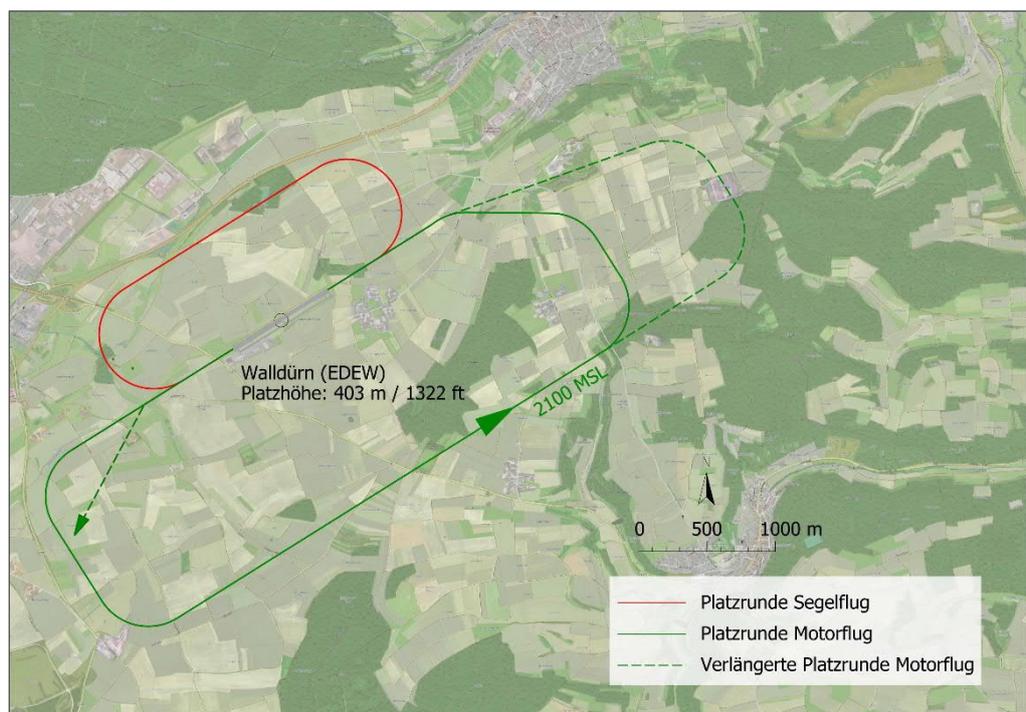


Abbildung 4: Verlängerte Motorplatzrunde

⁹ NfL II 37/00 „Grundsätze des Bundes und der Länder für die Regelung des Flugverkehrs an Flugplätzen ohne Flugverkehrskontrollstelle“

¹⁰ Laut Aussagen des Flugplatzbetreibers befinden sich relativ häufig bis zu vier Luftfahrzeuge in der Platzrunde.

¹¹ Beispielsweise durch einen zuvor gelandeten Segler im Sicherheitsbereich, Windenstarts oder startende Gyrokopter

II.3.7 Es ist anzumerken, dass im Sichtflugverkehr bei Nacht die vorgegebene veröffentlichte Platzrunde nur eingeschränkt erkennbar ist. Größere Abweichungen zur veröffentlichten Platzrunde sind daher möglich.

II.3.8 Überflüge von Wohngebieten gilt es auf grund von Lärmemission zu vermeiden. Geradeaus An- und Abflüge in nordöstliche Richtung sind aus Lärmgründen und wegen einer nahegelegenen Antenne südlich von Höpfigen (1670 ft AMSL, siehe Abbildung 3) nicht erwünscht.

II.3.9 Für den Luftraum G, welcher den Flugplatz Walldürn sowie die geplanten WEA umgibt, gelten u.a. am Tag:¹²

- nur Flüge nach Sichtflugregeln^{13,14}
- Höchstgeschwindigkeit 250 Knoten unterhalb FL 100 bzw. 140 Knoten für reduzierte Flugsicht von 1500 m in und unter 3000 ft MSL
- Mindestwetterbedingungen
 - Dauernde Erdsicht
 - Flugsicht 1,5 km, falls IAS max. 140 kt, sonst 5 km (800 m für Drehflügler, Luftschiff- und Ballonfahrten)
 - Wolken dürfen nicht berührt werden
 - Ein rechtzeitiges Erkennen von Hindernissen muss möglich sein
 - Für NVFR ist die Hauptwolkenuntergrenze bei 450 m (1 500 ft) zusätzlich einzuhalten
- Sicherheitsmindesthöhen (außer für Start und Landung)
 - VFR am Tag
 - 150 m (500 ft) über Grund oder Wasser bzw. über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 150 m
 - 300 m (1000 ft) über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 600 m¹⁵
 - VFR in der Nacht
 - 300 m (1.000 ft) über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 8 km von dem angenommenen Standort des Luftfahrzeugs, bzw.

¹² Siehe Luftverkehrs-Ordnung (LuftVO) sowie EU-Verordnung 923/2012 (SERA)

¹³ Siehe EU-Verordnung 923/2012 (SERA.5005 Sichtflugregeln)

¹⁴ IFR-Verkehr ist gemäß SERA auf festgelegten Strecken auch im Luftraum G möglich, was hier aber nicht der Fall ist.

¹⁵ Über Städten, anderen dicht besiedelten Gebieten, Industrieanlagen, Menschenansammlungen, Unglücksorten sowie Katastrophengebieten; für den Untersuchungsgegenstand nicht relevant.

- über hohem Gelände oder in gebirgigen Gebieten in einer Flughöhe von mindestens 600 m (2.000 ft) über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 8 km von dem angenommenen Standort des Luftfahrzeugs

Ausnahmen gelten fürs Sonderflugverkehre (bspw. Militär oder Rettungseinsätze).

II.4 Windenergieanlagen

II.4.1 Die Projektierung der ZEAG Energie AG sieht in den vorgesehenen Windparkpotenzialflächen sechs Windenergieanlagen (WEA) vor, welche östlich des Flugplatzes Walldürn und südlich den Ortschaften Höpfingen und Hardheim errichtet werden sollen.

II.4.2 Ein geplanter WEA-Anlagentyp ist zum Zeitpunkt dieser Studie noch nicht ganz festgelegt. Derzeit wird vom Anlagentyp Enercon E-138 ausgegangen, welcher in der vorliegenden Studie berücksichtigt wird und folgende technischen Eigenschaften aufweist:

- Rotordurchmesser 138.6 m
- Nabenhöhe 160 m bzw. 131 m
- Max. Angenommene Gesamthöhe 229.3 m bzw. 200.3 m über Grund
- Tag- und Nachtkennzeichnung gemäß nationalen Vorschriften¹⁶

II.4.3 Die geplanten Standorte und Anlagenhöhen der sechs WEA sind in folgender Tabelle aufgeführt.

Tabelle 4: Geplante Windenergieanlagen

WEA	Geografisch (WGS84)		Baugrund [m] NHN	Anlagenhöhe [m] über Grund	Gesamthöhe [m] NHN
	Länge	Breite			
Hö 1	E009271.54	N493519.08	428.6	229.3	657.9
Hö 2	E009271.22	N493443.60	224.3	229.3	653.6
Ha 1	E0092749.75	N49359.56	396.0	200.3	596.3
Ha 2	E009281.36	N49356.12	395.0	200.3	595.3
Ha 3	E009279.03	N493459.59	411.0	200.3	611.3
Ha 4	E0092732.98	N493438.85	387.0	200.3	587.3

II.4.4 Es ist anzumerken, dass die Standorte noch nicht gänzlich festgelegt wurden. Für diese Studie erfolgt die Bewertung anhand der in Tabelle 6 aufgeführten WEA Standorte.

II.4.5 Es kann davon ausgegangen werden, dass geringfügige Änderungen der WEA Standorte oder Höhen keinen signifikanten Einfluss auf die Ergebnisse dieser Studie haben.

¹⁶ Allgemeine Verwaltungsvorschriften (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen

II.4.6 Die geplanten WEA befinden sich in einer Entfernung von ca. 3,0 km bis 4 km zum Flugplatz Walldürn. Die folgende Abbildung stellt die Lage des Flugplatzes Walldürn, der Windparkpotenzialflächen sowie der geplanten WEA dar.

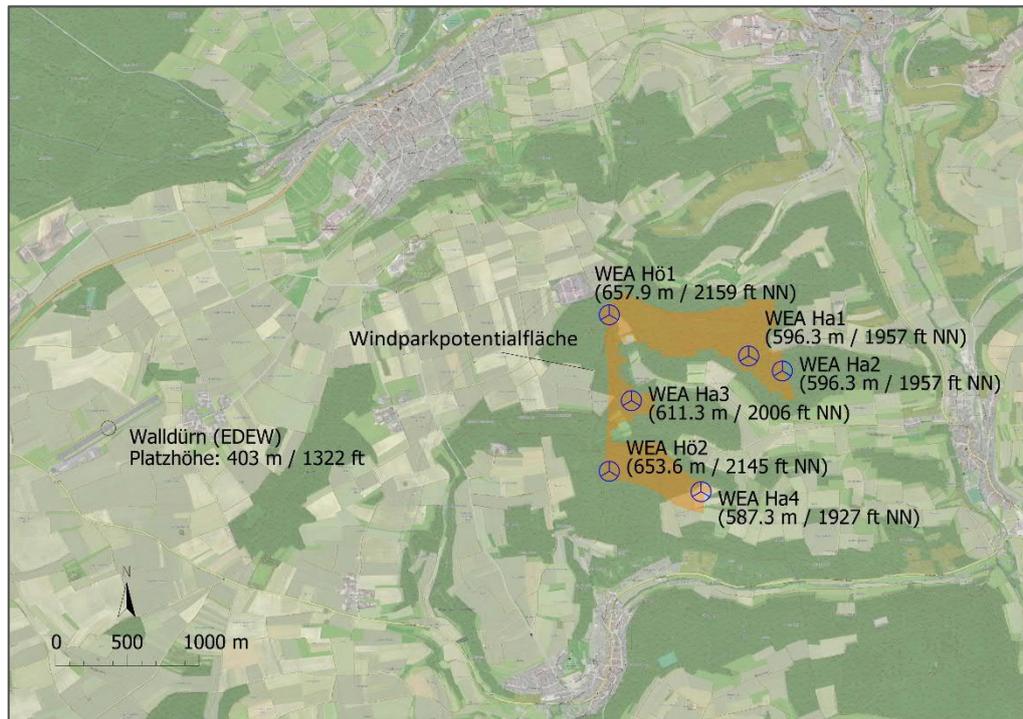


Abbildung 5: WEA-Standorte

III Auswirkungsanalyse

III.1 Gefahrenanalyse

- III.1.1 Als Gefahren werden unerwünschte Ereignisse betrachtet, deren Folgen negative Konsequenzen für das Flugzeug mit seinen Insassen, den Flugbetrieb und die am Flugbetrieb Beteiligten bedeuten.
- III.1.2 Die Gefahrenanalyse beinhaltet die Zerlegung des flugbetrieblichen Gesamtsystems in Teilsysteme anhand der Flugphasen. Unter Berücksichtigung der Besonderheiten des Flugplatzes, des Flugbetriebs und den eingesetzten Luftfahrzeugen erfolgt eine systematische Identifizierung aller Gefahren, Einflussfaktoren und deren relevanten Parameter. Dabei werden diejenigen Phasen eines Flugverlaufs betrachtet, für die die Hindernisverdichtung in der Umgebung des Verkehrslandeplatzes relevant ist (Landung, Start usw.).
- III.1.3 Auf der Basis des hier ermittelten Zusammenhangs zwischen möglichen Gefahren und den Parametern der geplanten WEA in Flugplatznähe wird in einem späteren Arbeitsschritt unter Anwendung anerkannter Untersuchungsmethoden eine Analyse der tatsächlich vorhandenen Strukturen vorgenommen und mögliche Rückschlüsse auf die Auswirkung der selektierten Gefahren ermittelt.
- III.1.4 Die Zerlegung des Systems in Teilsysteme erfolgt anhand der flugbetrieblichen Ereignisse, die im Zusammenhang mit den geplanten WEA auftreten. Gemäß den Betriebsrichtungen und Flugphasen sind folgende Teilsysteme zu untersuchen:
- (Motorflug-)Platzrundenflüge 06/24
 - Ausflüge aus der Platzrunde 06/24
 - Einflüge in die Platzrunde 06/24
 - Ausweichmanöver
- III.1.5 Mögliche operative Einschränkung für den Segelflugbetrieb außerhalb der Platzrunden im Plangebiet der WEA, sowie des Helikopterverkehrs am Flugplatz Walldürn werden zusätzlich betrachtet.
- III.1.6 Eine erste Einschätzung der Auswirkungen der WEA, für potenzielle satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren, um die zukünftige Weiterentwicklungsmöglichkeiten zu betrachten, wird ebenfalls durchgeführt.
- III.1.7 Gefährdungen durch aerodynamische Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA werden gesondert in Kapitel VI „Aerodynamische Effekte im Nachlauf der “ behandelt.

III.1.8 Die Gefahrenanalyse legt einen Schutzbereich um jede WEA zugrunde, der auf folgenden Parametern basiert:

- Lateral um eine WEA:
 - 219,3 m um den WEA-Mittelpunkt für alle Flugphasen¹⁷
- Vertikal über einer WEA:
 - 90 m für Abflüge¹⁸ hinsichtlich Motorflugbetrieb
 - 150 m für Anflüge und Platzrundenflüge¹⁹

III.1.9 Der laterale Schutzbereich von 219,3 m führt für Steig- und Sinkflüge zu konservativen Berechnungen für Steig- und Sinkgradienten, wie in der folgenden Abbildung vereinfacht dargestellt ist.

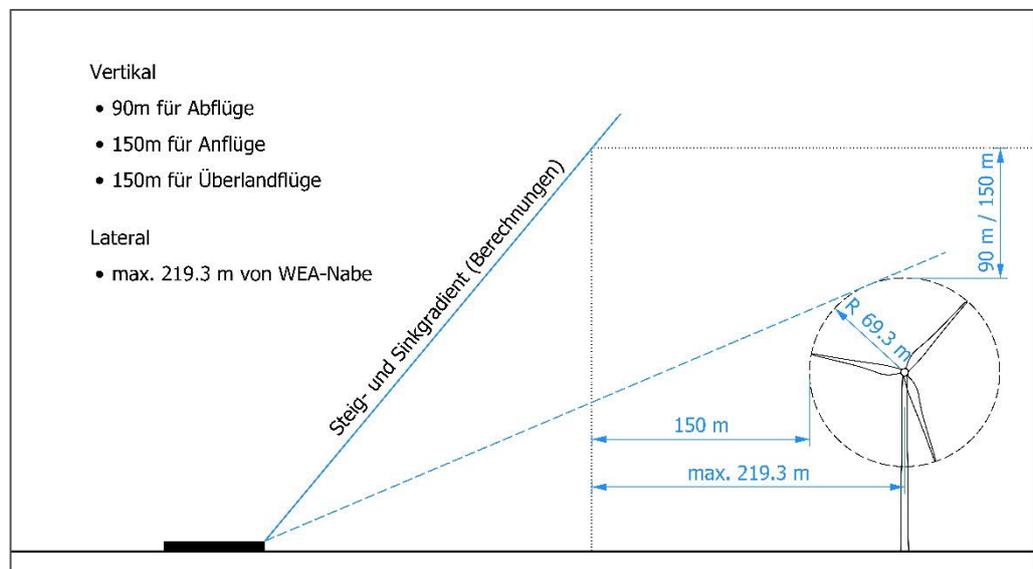


Abbildung 6: Schutzbereich um Windenergieanlagen (WEA)

III.1.10 Im Folgenden werden die einzelnen Gefahren beschrieben, die dazu führen, dass ein Luftfahrzeug (LFZ) in den Schutzbereich der WEA gelangt. Dies wird in dieser Studie als Kollision beschrieben, auch wenn es sich aufgrund der Dimensionen des Schutzbereiches nicht um eine Kollision, sondern um eine gefährliche Annäherung handelt.

¹⁷ Die 219,3 m beinhalten die laterale Ausdehnung des WEA-Rotors (69,3 m Rotorradius) sowie den Mindestabstand zu Hindernissen (150 m gemäß SERA)

¹⁸ Basierend auf den internationalen Anforderungen an Mindestsicherheitshöhen für den Instrumentenflugbetrieb (75m, ehemals 90 m, für Kurvenflug bei Abflügen, 90 m für Platzrundenanflüge für Luftfahrzeuge Code A) gemäß ICAO Document 8168 (PANS-OPS)

¹⁹ Basierend auf den Anforderungen an Sicherheitsmindesthöhen nach Sichtflugregeln am Tag im Luftraum G

III.1.11 Die folgende Tabelle stellt die zu untersuchenden Szenarien und die mit ihnen verbundene entstehende Gefahr zusammenfassend dar.

Tabelle 5: Gefahrentabelle

Nr.	Prozess	Szenario	Gefahr
1A	LFZ im Platzrundenflug	Platzrundenflug 06/24	Laterale Abweichung des LFZs von Platzrunde, Gefährliche Annäherung an WEA
1B		Platzrundenflug 06/24	Vertikale Abweichung von Platzrundenhöhe, Gefährliche Annäherung an WEA
2A	Ausflug aus der die Platzrunde	Sichtabflug 06 (Verlassen der Platzrunde)	Erhöhte Steiggradienten, Nichterreichen der notwendigen Flughöhe zum Überfliegen der WEA, Gefährliche Annäherung an WEA
2B		Sichtabflug 24 (Verlassen der Platzrunde)	
3A	Einflug in die Platzrunde	Sichtanflug 06 (Einflug in Platzrunde und Landung)	Erhöhte Sinkgradienten nach notwendiger Flughöhe zum Überfliegen der WEA, Gefährliche Annäherung an WEA
3B		Sichtanflug 24 (Einflug in Platzrunde und Landung)"	
4A	LFZ im Ausweichmanöver	Ausweichmanöver mit max. IAS 70kt; An- und Abflug	Unzureichende Distanz für ein Ausweichmanöver, Gefährliche Annäherung an WEA
4B		Ausweichmanöver mit max. IAS 70kt; (erhöhte Drehgeschwindigkeit); An- und Abflug	
4C		Ausweichmanöver mit max. IAS 100kt; An- und Abflug	
4D		Ausweichmanöver mit max. IAS 100kt (erhöhte Drehgeschwindigkeit); An- und Abflug	
5	Segelflugverkehr außerhalb der Platzrunde	Gefährliche Annäherung an WEA	Unzureichende Distanz, Gefährliche Annäherung an WEA
6	Helikopterverkehr	Gefährliche Annäherung an WEA	Unzureichende Distanz, Gefährliche Annäherung an WEA

III.2 Flüge nach Sichtflugregeln (VFR)

III.2.1 Platzrundenflüge

- III.2.1.1 Infolge von lateraler Abweichung des LFZs von der Motorflugplatzrunde oder vertikaler Abweichung von der Platzrundenhöhe besteht die Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA.
- III.2.1.2 Hierbei wird der Flug in der Platzrunde inkl. Starts und Landungen innerhalb der Platzrunde berücksichtigt.
- III.2.1.3 Die nachfolgende Abbildung macht deutlich, dass sich die geplanten WEA und Windparkpotenzialflächen außerhalb der Mindestabstände zwischen Platzrundenführung und Hindernissen gemäß nationalen Vorschriften befinden.²⁰ Dabei sind ebenfalls sich drehende Rotoren mit einem Radius von bis zu 69,3 m berücksichtigt.

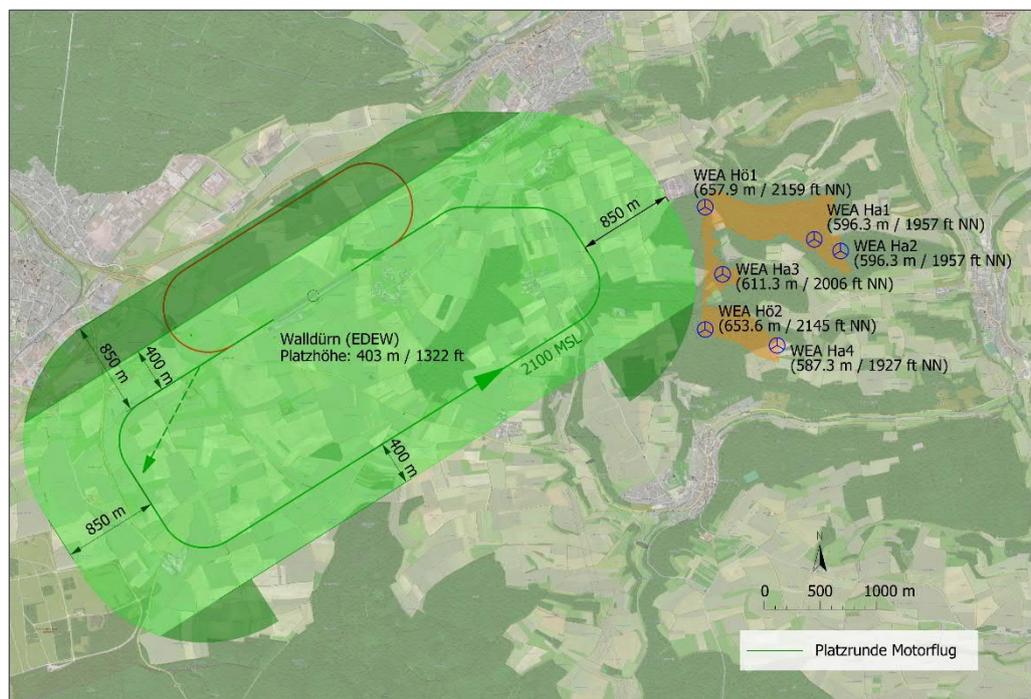


Abbildung 7: (Motorflug-)Platzrunde mit Schutzbereichen

- III.2.1.4 Es sei angemerkt, dass ausschließlich die Motorflugplatzrunde betrachtet wird, da sich die Segelflugplatzrunde nördlich des Flugplatzes befindet sowie Ein- und Ausflüge in bzw. aus den Platzrunden der verschiedenen Flugzeugtypen kombiniert werden. Die Motorflugplatzrunde stellt zudem mit dem größten Mindestabstand zwischen Platzrundenführung und Hindernissen den konservativen Fall dar.

²⁰ Gemeinsamen Grundsätze des Bundes und der Länder für die Anlage und den Betrieb von Flugplätzen und Flugzeugen im Sichtflugbetrieb; siehe auch Kapitel I.2.2 „Rechtliche Rahmenbedingungen“

III.2.1.5 Es wird daher zunächst festgestellt, dass eine laterale Abweichung mit gefährlicher Annäherung an die WEA (Szenario 1A) eine geringe Gefahr darstellt, da sich die geplanten WEA außerhalb der Mindestabstände zwischen Platzrundenführung und Hindernissen für die veröffentlichte Platzrunde befinden.

III.2.1.6 Jedoch kann eine Verlängerung des Gegenanflugs der Platzrunde notwendig sein, um eine „Staffelung“ der Luftfahrzeuge gewährleisten zu können. Dies kann insbesondere durch erhöhtes Verkehrsaufkommen innerhalb der Platzrunde(n), dem Schulungsverkehr sowie aufgrund Segelflugzeuge in der nördlichen Platzrunde notwendig sein.²¹

III.2.1.7 Unter Betrachtung einer Verlängerung des Gegenanflugs Richtung Osten, welches laut Flugplatzbetreiber ein übliches Verfahren am Flugplatz Walldürn ist, ist die Gefahr einer Annäherung an die WEA (Szenario 1A) differenzierter zu bewerten. Eine potenziell notwendige Verlängerung des Gegenanflugs aufgrund der lokalen Verkehrssituation stellt durch die geringere Distanz zu den WEA teilweise eine hohe Gefahr dar. Die folgende Abbildung stellt beispielhaft eine angenommene Verlängerung der Motorflugplatzrunde sowie die Standorte der geplanten WEA dar.

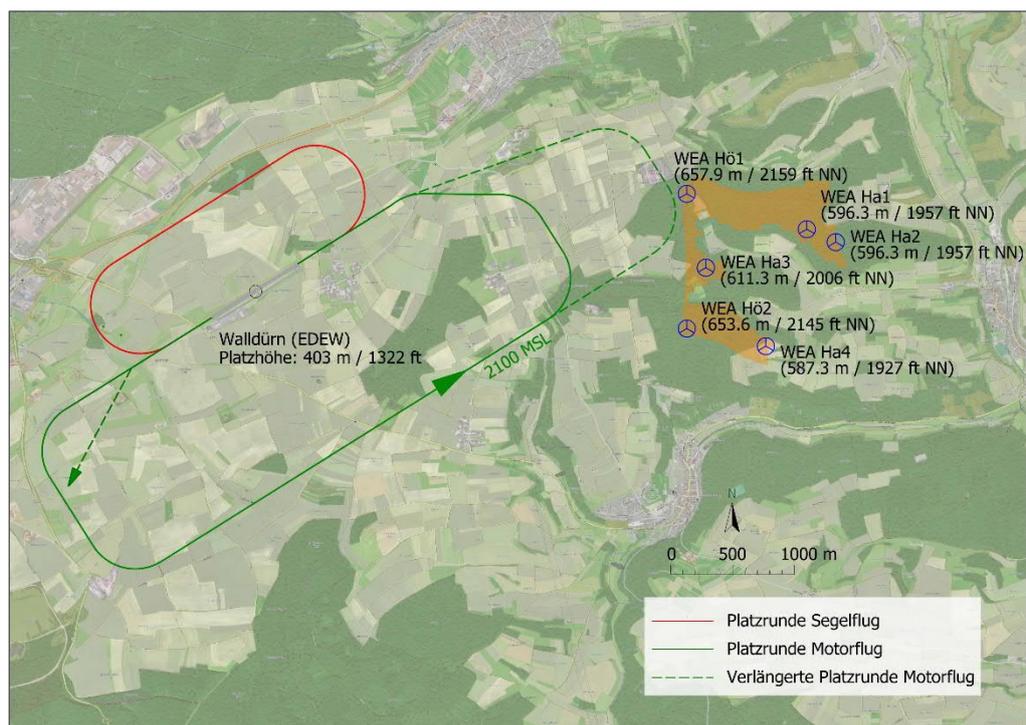


Abbildung 8: Verlängerte Motorflugplatzrunde und Standorte der WEA

²¹ Siehe auch Kapitel II.3

- III.2.1.8 Mit Höhen der geplanten WEA von 1927 ft AMSL bis 2159 ft AMSL entsprechen in etwa der veröffentlichten Motorflugplatzrundenhöhe von 2100 AMSL. Notwendige Mindestsicherheitshöhe von 150 m (500 ft) über den WEA werden nicht erreicht.
- III.2.1.9 Insofern ist neben den lateralen Betrachtungen auch von einer gefährlichen (vertikalen) Annäherung während des Platzrundenfluges auszugehen (Szenario 1B).
- III.2.1.10 Zusätzlich ist bei Platzrundenflügen in Betriebsrichtung 06 mit Sichtbehinderungen im Steigflug in Richtung WEA zu rechnen. Aufgrund des im Steigflug erhöhten Anstellwinkels bzw. pitch angle sowie durch den notwendigen Kurvenflug ist die Sichtbarkeit von Hindernissen grundsätzlich eingeschränkt. Dies wird insbesondere durch ein typisches Cockpitdesign verschärft, durch welches Cockpitinstrumente das Sichtfeld limitieren und ungünstige cut-off angles aufweist. Die WEA könnten somit im Steigflug in Richtung der WEA unter Umständen nur schwer zu erkennen sein, da sie durch die Cockpitinstrumente zumindest teilweise verdeckt sind.
- III.2.1.11 Darüber hinaus können Piloten einen geringen Abstand zu den WEA als unangenehm empfinden, insbesondere bei notwendigen Flughöhen in Höhe der WEA. Die Orientierung anhand der Platzrunde und den damit verbundenen Bodenmerkmalen wird besonders bei Nacht zur Herausforderung. Abweichungen von der veröffentlichten Platzrunde, um höhere Abstände zu den WEA zu erreichen, sind möglich. Dies wiederum steht einer potenziell notwendigen Verlängerung der Platzrunde aufgrund der lokalen Verkehrssituation entgegen.
- III.2.1.12 Unter Zusammenfassung der vertikalen und lateralen Aspekte und insbesondere der angenommenen Verlängerung der Platzrunde ist teilweise von einer hohen Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA im Platzrundenflug auszugehen. Die folgende Tabelle gibt die Analyse für die gesamte Konstellation der geplanten WEA wieder.

Tabelle 6: Zusammengefasste Auswirkung - Platzrunde

Nr.	Prozess	Ergebnis
1	LFZ im Platzrundenflug	Hohe Beeinträchtigung

- III.2.1.13 Die Risiken für die einzelnen WEA werden in Kapitel III.5 aufgezeigt.

III.2.2 Ausflüge aus der Platzrunde

- III.2.2.1 Bei Abflügen, welche die Platzrunde verlassen, besteht die Gefahr, dass es bei Nicht-Erreichen der notwendigen Flughöhe zum sicheren Überfliegen der WEA zu einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA kommt.
- III.2.2.2 Ferner besteht die Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA im Fall einer unsicheren Flughöhe im rechtzeitigen Erkennen und lateralen Ausweichen der WEA (siehe Kapitel III.2.4).
- III.2.2.3 Da am Flugplatz Walldüren Ausflüge aus der Platzrunde laut Aussagen des Flugplatzbetreibers in der Regel senkrecht zum Gegenanflug stattfinden, ist aufgrund der Lage der WEA für diesen Fall nicht von einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA auszugehen, welche über die Gefahren des Platzrundenfluges hinausgehen.
- III.2.2.4 Jedoch sind auch Direktabflüge zu berücksichtigen, welche aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Lärmvermeidung in Richtung WEA möglich sind, wenn es der Platzrundenverkehr erlaubt.
- III.2.2.5 Die durchgeführten Analysen einer gefährlichen Annäherung basieren auf notwendigen Steiggradienten, um die WEA auf dem Kürzesten Weg vom Ende der Start- und Landebahn in erforderlichen Mindesthöhen zu passieren. Die folgende Abbildung stellt für die Abflugrichtung 06 (Szenario 2A) die Entfernungen vom Ende der Startbahn zu den WEA dar und dient als Beispiel für die zugrundeliegenden Analysen.

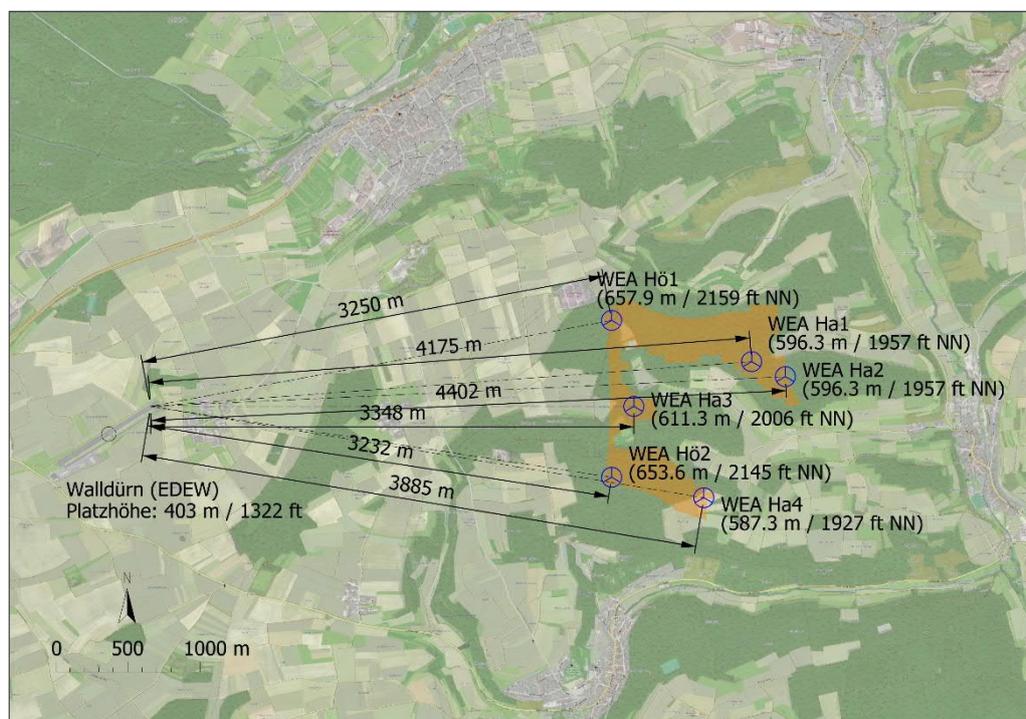


Abbildung 9: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Steiggradienten

- III.2.2.6 Für Direktabflüge in Richtung 06 ergeben sich unter Berücksichtigung angenommener kürzester Flugpfade zu den WEA (siehe obige Abbildung) sowie notwendigen Hindernisfreihöhen (siehe Kapitel III.1) erforderliche Steiggradienten von bis zu 11% und mehr. Je nach Flugzeugmuster, Gewicht (bspw. Anzahl Personen) und Bedingungen (insbesondere Wind, Temperatur) können diese Steiggradienten u.U. nicht erreicht werden. Beispielsweise wurden für eine Cessna 150 entsprechend dem Pilot's Operating Handbook (POH) eine Steigrate (Rate of Climb, ROC) von 465 ft/min bei einer Geschwindigkeit von 65 kt für bestes Steigen und einer Temperatur von 20° ermittelt; hieraus ergibt sich ein Steiggradient von ca. 7%, wobei tatsächliche Steiggradienten wie bereits erwähnt von zahlreichen Faktoren abhängen.
- III.2.2.7 Zusätzlich ist für Abflüge im Sichtflug in Betriebsrichtung 06 mit Sichtbehinderungen im Steigflug zu rechnen. Die WEA könnten somit im Steigflug in Richtung der WEA unter Umständen nur schwer zu erkennen sein, da sie durch die Cockpitinstrumente zumindest teilweise verdeckt sein können.²²
- III.2.2.8 Dementsprechend ist für Direktabflüge in Betriebsrichtung 06 (Szenario 2A) durch die hohen erforderlichen Steiggradienten teilweise von einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA auszugehen.
- III.2.2.9 Für Direktabflüge in Betriebsrichtung 24 (Szenario 2B) ist die Beeinträchtigung moderater. Dies ist in dem größeren Abstand zum Flugplatz und mit den daraus resultierenden geringeren notwendigen Steiggradienten begründet.
- III.2.2.10 Es sei darauf hingewiesen, dass es je nach konkreter Ausgestaltung des Windparks zu Veränderung der Distanzen und somit der notwendigen Steiggradienten kommen kann. Bei größeren Entfernungen der WEA im Windenergiepotenzialgebiet zum Flugplatz Walldürn sind moderatere Steiggradienten zu erwarten. Umgekehrt werden sich die notwendigen Steiggradienten bei geringeren Abständen erhöhen.
- III.2.2.11 Zusammengefasst ist das nicht Erreichen der notwendigen Flughöhe zum Überfliegen der WEA, welches in einer gefährlichen Annäherung an die WEA resultiert, für die geplanten WEA teilweise gegeben. Direkte Abflüge 06 in Richtung Osten direkt über die WEA sind als kritisch zu betrachten. Die folgende Tabelle gibt die Analyse für die gesamte Konstellation der geplanten WEA wieder.

Tabelle 7: Zusammengefasste Auswirkung - Ausflug aus der die Platzrunde

Nr.	Prozess	Ergebnis
2A	Ausflug aus der die Platzrunde	Hohe Beeinträchtigung
2B	Ausflug aus der die Platzrunde	Geringe Beeinträchtigung

²² Siehe auch Kapitel III.2.1

III.2.2.12 Die Risiken für die einzelnen WEA werden in Kapitel III.5 aufgezeigt. In Abhängigkeit der tatsächlichen Flugpfade, können die in obiger Tabelle dargestellten Beeinträchtigungen abweichen, bspw. wenn den WEA ausgewichen wird.

III.2.3 Einflüge in die Platzrunde

III.2.3.1 Bei Anflügen von außerhalb der Platzrunde besteht die Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA als Folge von Unterschreiten der notwendigen Flughöhe zum Überfliegen der WEA bzw. in zu hohen Sinkraten im Anflugverfahren aufgrund der notwendigen Mindestflughöhen über den WEA.

III.2.3.2 Ferner besteht die Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA im Fall einer unsicheren Flughöhe im rechtzeitigen Erkennen und lateralen Ausweichen der WEA (siehe Kapitel III.2.3).

III.2.3.3 Da am Flugplatz Walldürn Einflüge in die Platzrunde laut Aussagen des Flugplatzbetreibers in der Regel senkrecht zum Gegenanflug stattfinden, ist aufgrund der Lage der WEA nicht von einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA für diesen Fall auszugehen, welche über die Gefahren des Platzrundenfluges hinausgehen.

III.2.3.4 Jedoch sind auch Direktanflüge zu berücksichtigen, welche aus Gründen der Wirtschaftlichkeit und Lärmvermeidung aus Richtung der WEA möglich sind, wenn es der Platzrundenverkehr erlaubt.

III.2.3.5 Die durchgeführten Analysen basieren auf notwendigen Sinkgradienten von den WEA in erforderlichen Mindesthöhen zu einem Endanflugpunkt in verlängerter Landebahnlinie. Die nachfolgende Abbildung stellt die Entfernungen für die Anflugrichtung 24 beispielhaft dar.

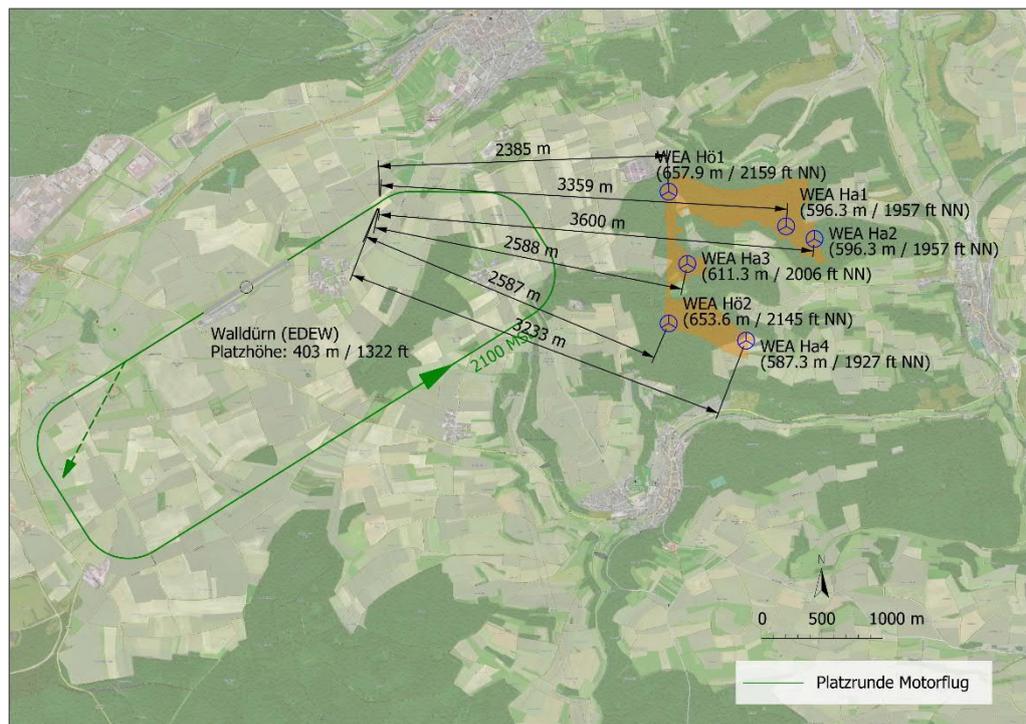


Abbildung 10: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Sinkgradienten

- III.2.3.6 Die Analyse von Sinkgradienten ergibt für die Anflugrichtung 06 (Szenario 3A), dass keine erhöhten Sinkgraten im Anflugverfahren aufgrund der notwendigen Mindestflughöhen notwendig sind und somit die Gefahr einer gefährlichen Annäherung an die WEA im Anflug ebenfalls gering ist.
- III.2.3.7 Für Direktanflüge in Richtung 24 (Szenario 3B) ergeben sich unter Berücksichtigung angenommener kürzester Flugpfade von den WEA (siehe obige Abbildung) sowie notwendigen Hindernisfreihöhen (siehe Kapitel III.1) erforderliche Sinkgradienten von bis zu 13,2% bis zum Endanflugpunkt in verlängerter Landebahnlinie. Als Vergleich sei erwähnt, dass zulässige Sinkgradienten für die Auslegung des Initial Approach von Instrumentenanflugverfahren bis zu 8% betragen; das Optimum beträgt 4%.²³
- III.2.3.8 Dementsprechend ergibt die Analyse für die Anflugrichtung 24 (Szenario 3B), dass die Gefahr zu einer Annäherung an die WEA im Anflug erhöht ist.
- III.2.3.9 Es sei darauf hingewiesen, dass es je nach konkreter Ausgestaltung des Windparks zu Veränderung der Distanzen und somit der notwendigen Sinkgradienten kommen kann. Bei größeren Entfernungen der WEA im Windenergiepotenzialgebiet zum Flugplatz Walldürn sind moderatere Sinkgradienten zu erwarten. Umgekehrt werden sich die notwendigen Sinkgradienten bei geringeren Abständen erhöhen.

²³ Siehe ICAO PANS-OPS

III.2.3.10 Dementsprechend ergibt die Analyse für Direktanflüge, dass für die Anflugrichtung 24 (Szenario 3B) die Gefahr zu einer Annäherung an die WEA im Anflug erhöht ist. Die folgende Tabelle gibt die Analyse für die gesamte Konstellation der geplanten WEA wieder.

Tabelle 8: Zusammengefasste Auswirkung - Einflug in die Platzrunde

Nr.	Prozess	Ergebnis
3A	Einflug in die Platzrunde	Geringe Beeinträchtigung
3B	Einflug in die Platzrunde	Mittlere Beeinträchtigung

III.2.3.11 Die Risiken für die einzelnen WEA werden in Kapitel III.5 aufgezeigt. In Abhängigkeit der tatsächlichen Flugpfade, können jedoch die in obiger Tabelle dargestellten Beeinträchtigungen abweichen, bspw. wenn den WEA ausgewichen wird.

III.2.4 Ausweichmanöver

- III.2.4.1 Bei einer unzureichenden Flughöhe, in welcher ein sicheres Überfliegen der WEA nicht möglich ist – bspw. durch vorherige geringe Flughöhe, Steigvermögen oder durch Triebwerksausfall – kann ein (laterales) Ausweichmanöver notwendig sein. Es besteht hierbei die Gefahr einer gefährlichen Annäherung eines LFZ an eine WEA, wenn die verfügbare Distanz für das Ausweichmanöver nicht ausreichend ist.
- III.2.4.2 Ziel dieser Analyse ist die Betrachtung eines einzelnen Luftfahrzeugs im Ausweichmanöver. Verkehrsaufkommen bedingtes Ausweichen, welches in eine Verlängerung des Gegenanflugs der Platzrunde resultiert, wird in Kapitel III.2.1 abgehandelt.
- III.2.4.3 Die durchgeführten Analysen berücksichtigen folgende Ausweichszenarien:
- LFZ mit 100kt IAS²⁴
 - LFZ mit 100kt IAS mit erhöhter Drehgeschwindigkeit²⁵
 - LFZ mit 70kt IAS²⁶
 - LFZ mit 70kt IAS mit erhöhter Drehgeschwindigkeit^{27,28}
- III.2.4.4 Die folgende Abbildung zeigt ein Beispiel für die zugrundeliegenden Analysen zur Ermittlung von Ausweichszenarien.²⁹

²⁴ Basierend auf maximal angenommener Geschwindigkeit für Code A LFZ in Platzrundenanflüge gemäß Instrumentenflugbetrieb

²⁵ Basierend auf maximal angenommener Geschwindigkeit für Code A LFZ in Platzrundenanflüge gemäß Instrumentenflugbetrieb und erhöhter Drehgeschwindigkeit („rate of turn“ > 3°/sec)

²⁶ Basierend auf realistisch angenommener Geschwindigkeit für Code A LFZ bei schlechten Sichtbedingungen

²⁷ Basierend auf realistisch angenommener Geschwindigkeit für Code A LFZ bei schlechten Sichtbedingungen und erhöhter Drehgeschwindigkeit („rate of turn“ > 3°/sec)

²⁸ Für Segelflugzeuge werden Geschwindigkeiten < 70 kt angenommen, da in dem Bereich zwischen 90 und 120 km/h (50 kt - 65 kt IAS) gewöhnlich die besten Gleiteigenschaften erreicht werden. Zudem weisen Segelflugzeuge eine hohe Wendigkeit und damit eine erhöhte Drehgeschwindigkeit auf.

²⁹ Die Geschwindigkeitsangabe „IAS+“ in der Abbildung entspricht gegenüber „IAS“ einem Ausweichmanöver mit erhöhten Drehgeschwindigkeiten.

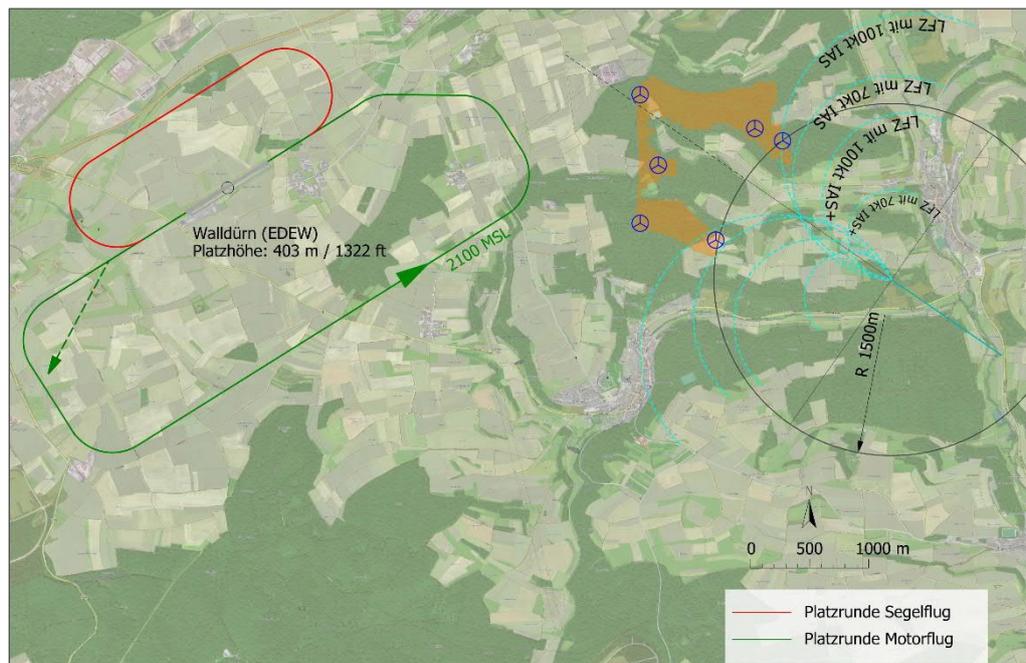


Abbildung 11: Beispiel für zugrunde liegende Analysen zur Ermittlung von Ausweichszenarien

- III.2.4.5 Nach Analyse der oben beschriebenen Ausweichmanöver mit erhöhter Drehgeschwindigkeit (Szenario 4B und 4D) ist von einer geringen Beeinträchtigung der Ausweichmanöver und damit verbundenen gefährlichen Annäherung an die WEA auszugehen, da bei Erkennen der WEA unter Mindestwetterbedingungen ein Ausweichen in mindestens eine Richtung möglich ist.
- III.2.4.6 In den Szenarien 4A und 4C werden keine erhöhten Drehgeschwindigkeiten angenommen. Resultierend ergeben sich größere Kurvenradien und somit eine größere Annäherung an die WEA bei einem lateralen Ausweichmanöver, sodass dies zu einer gefährlichen Annäherung führt. Dementsprechend ist die Beeinträchtigung für Szenario 4A und 4C hoch, da die Distanz u.U. unzureichend für ein Ausweichmanöver wäre.
- III.2.4.7 Es kann jedoch davon ausgegangen werden, dass bei marginalen Wetterbedingungen die Fluggeschwindigkeiten so gewählt werden, dass Hindernisse rechtzeitig erkannt und ausgewichen werden können (Prinzip „see-and-avoid“). Eine besondere „Hofwirkung“, durch die ein Ausweichen der WEA nicht mehr möglich wäre, ist durch die geplanten WEA nicht gegeben.
- III.2.4.8 Zusammengefasst wird eine Beeinträchtigung der Ausweichmanöver als gering eingestuft, da durch eine erhöhte Drehgeschwindigkeit ausreichend Distanz für ein Ausweichmanöver vorhanden ist und somit eine gefährliche Annäherung an WEA vermieden wird. Die folgende Tabelle gibt die Analyse für die gesamte Konstellation der geplanten WEA wieder.

Tabelle 9: Zusammengefasste Auswirkung - Ausweichmanöver

Nr.	Prozess	Ergebnis
4	LFZ im Ausweichmanöver	Geringe Beeinträchtigung

III.2.4.9 Es ist anzumerken das im Luftraum G für Flüge eine Sicherheitsmindesthöhe (außer für Start und Landung) von 150 m bzw. 500 ft über Grund oder Wasser bzw. über dem höchsten Hindernis in einem Umkreis von 150 m gefordert ist und Wolken nicht berührt werden dürfen. Bei einer niedrigen Wolkenuntergrenze können Teile der WEA verdeckt sein. So könnte beispielsweise die Gondel und damit auch die Befeuerung auf der Gondel bei den geplanten WEA mit 160 m Nabenhöhe über Grund nicht ersichtlich sein. Deshalb ist bei WEA über 150 m grundsätzlich eine Turmbefeuerung vorzusehen, um die Sichtbarkeit der WEA zu gewährleisten. Ferner ist die Häufigkeit von Flugverkehr bei solch marginalen Wetterbedingungen (Wolkenuntergrenze 500 ft bzw. knapp darüber), in denen die Befeuerung auf der Gondel u.U. nicht zu erkennen wäre, eher gering.

III.3 Segelflugbetrieb

III.3.1 Wie in Kapitel II.2 beschrieben finden am Flugplatz Walldürn auch Segelflugbetrieb statt.

III.3.2 Generell kann davon ausgegangen werden, dass bei Windenstarts das Auffinden von Thermikgebieten in Platznähe innerhalb von ca. 2 km erfolgt, um im Zweifel ohne Aufwind wieder am Flugplatz landen zu können. Die Windparkpotenzialflächen und geplanten WEA befinden sich in einer Entfernung von mehr als 3 km zum Flugplatz. Aufgrund der Entfernung wäre die Suche nach Thermik bereits vor dem möglichen Erreichen der WEA notwendig.

III.3.3 Strecken für den F-Schlepp sind nicht im AIP veröffentlicht.

III.3.4 Oftmals sind Gebiete mit guter Thermik (zuverlässigen Aufwinden) an Segelflugplätzen bekannt. Es ist erstrebenswert, dass diese Gebiete nicht von den WEA beeinträchtigt werden.

III.3.5 Ein solches Thermikgebiet ist derzeit nicht explizit beschrieben und kann somit nicht explizit in dieser Studie betrachtet werden, genauso wie eventuell vorhandener Übungsraum für Segelflieger (z.B. zur Ausbildung) in der Nähe des Flugplatzes.

III.3.6 Nach Aussage des Flugplatzbetreibers kann bei bestimmten Wetter- und Thermiklagen im Gebiet der geplanten WEA an der Ostseite des Kornbergs Segelflugbetrieb stattfinden (die Westseite des Kornbergs ist durch die Nähe zur Motorflugplatzrunde für den Segelflugbetrieb nicht geeignet). Durch die geplanten WEA würde u.U. das Thermikgebiet verbaut werden und geeignete Alternativen müssten genutzt werden.

III.4 Helikopterflüge

- III.4.1 Als Sonderflugverkehr wird innerhalb dieser Studie Luftverkehr angesehen, der unterhalb der vorgeschriebenen Mindest-Wetterbedingungen für Flüge nach Sichtflugregeln und/oder unterhalb der Mindestflughöhen operiert.
- III.4.2 Hierzu zählen insbesondere Helikopterflüge des Militärs, der Polizeien und Einsätze der medizinischen Rettungskräfte (bspw. Helicopter Emergency Medical Services, HEMS), welche u.U. die Anforderungen für Sonderflüge nach Sichtflugregeln noch unterschreiten dürfen.
- III.4.3 Luftfahrzeuge der genannten Verkehrsarten können sich auf ihrer Reiseflughöhe u.U. in der Höhe der WEA befinden. Bei nicht rechtzeitigem Erkennen dieser als relevante Hindernisse kann es zu einer gefährlichen Annäherung kommen.
- III.4.4 Die in Kapitel III.2.4 untersuchten lateralen Ausweichmanöver basieren auf einer maximal angenommenen Geschwindigkeit von 70 bis 100 kt IAS. Es kann jedoch für Helikopterflüge mit einer entsprechenden operativen Flugaufgabe (bspw. HEMS) in geringen und ggfs. kritischen Flughöhen in Höhe der WEA und bei marginalen Wetterbedingungen von einer entsprechenden Vorsicht und Voraussicht sowie von geringeren Geschwindigkeiten ausgegangen werden.
- III.4.5 Darüber hinaus führen die speziell für Helikopterflüge mit einer entsprechenden operativen Flugaufgabe (bspw. HEMS) ausgebildeten Luftfahrzeugführer für diese Flugereignisse besonders ausführliche Flugvorbereitungen durch, sodass ein entsprechend hohes Situationsbewusstsein gerade hinsichtlich der besonderen Hindernissituation vorhanden ist.
- III.4.6 Am Flugplatz Walldürn findet Helikopterverkehr zum Zweck von Krankentransport statt.
- III.4.7 Das Risiko für den Helikopterflugverkehr mit einer entsprechenden operativen Flugaufgabe (bspw. Einsätze der medizinischen Rettungskräfte HEMS) ist primär durch die Natur des Sonderfluges selbst begründet erhöht. Besondere Maßnahmen ergeben sich hierdurch jedoch nicht. Eine weitere Berücksichtigung von Helikopterflugverkehr findet im Rahmen dieser Studie nicht statt.

III.5 Instrumentenanflüge (IFR)

- III.5.1 Für die weitsichtige Ausbauplanung des Flugplatzes wird eine erste Abschätzung für potenzielle satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren durchgeführt. Ziel der Einführung von Instrumentenflugverfahren ist es gemäß ICAO bzw. EASA, die betriebliche Sicherheit und Nutzbarkeit an möglichst vielen Flugplätzen zu erhöhen.³⁰
- III.5.2 Gemäß ICAO sind Instrumentenanflugverfahren auf „Non-Instrument Runways“ bzw. Sichtanfluglandebahnen möglich. Im Fokus der Studie stehen konzeptionelle RNP Anflugverfahren mit LNAV Anflugminima unter Beibehaltung der aktuellen Flugplatzinfrastruktur (bspw. Sichtanfluglandebahn mit zugehörigen Hindernisbegrenzungsflächen).
- III.5.3 Die WEA befinden sich innerhalb der Verfahrensschutzräume für RNP Anflugverfahren gemäß ICAO PANS-OPS. Daher müssen die WEA bei der Bestimmung der Anflugminima (OCA/H) berücksichtigt werden. Im Folgenden wird der Einfluss der WEA auf die Anflugminima (OCA/H) analysiert.
- III.5.4 Es sei angemerkt, dass gemäß Vorgaben diverser Staaten (bspw. Deutschland³¹, Kanada, Schweiz und Vereinigtes Königreich) für Instrumentenanflugverfahren auf Sichtanfluglandebahnen die OCH derzeit mindestens 500 ft betragen soll, unabhängig von der Hindernisumgebung.
- III.5.5 Darüber hinaus wird gemäß ICAO PANS-OPS für das visuelle Segment eines Instrumentenanflugverfahrens die Freihaltung des Visual Segment Surface (VSS) gefordert. Diese ist nicht durch die WEA betroffen.
- III.5.6 Für diese Studie werden RNP Anflugverfahren (LNAV) für die Geschwindigkeitskategorie B untersucht. Das Verfahren ist mit einem geraden Endanflug und Fehlanflug ausgelegt. Der Anflugwinkel beträgt 3.0° und der Missed Approach Point (MAPt) liegt auf der Landeschwelle (Standard gemäß ICAO PANS-OPS).
- III.5.7 Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Verfahrensschutzräume des untersuchten RNP Anflugverfahrens (LNAV) für die Betriebsrichtung 24 sowie die WEA.

³⁰ Siehe bspw. „Instrument Flight Procedures (GNSS-based) to Non instrument Runways“ bzw. „(GNSS-based) Instrument Flight Procedures implementation for general Aviation. Uncontrolled aerodromes and non-instrument runways“ der European GNSS Agency (GSA) / European satellite Services Provider (ESSP)

³¹ Siehe bspw. Schreiben des BMVI vom 11.05.2017 „Einrichtung von Instrumentenanflugverfahren auf Nichtinstrumentenlandebahnen“

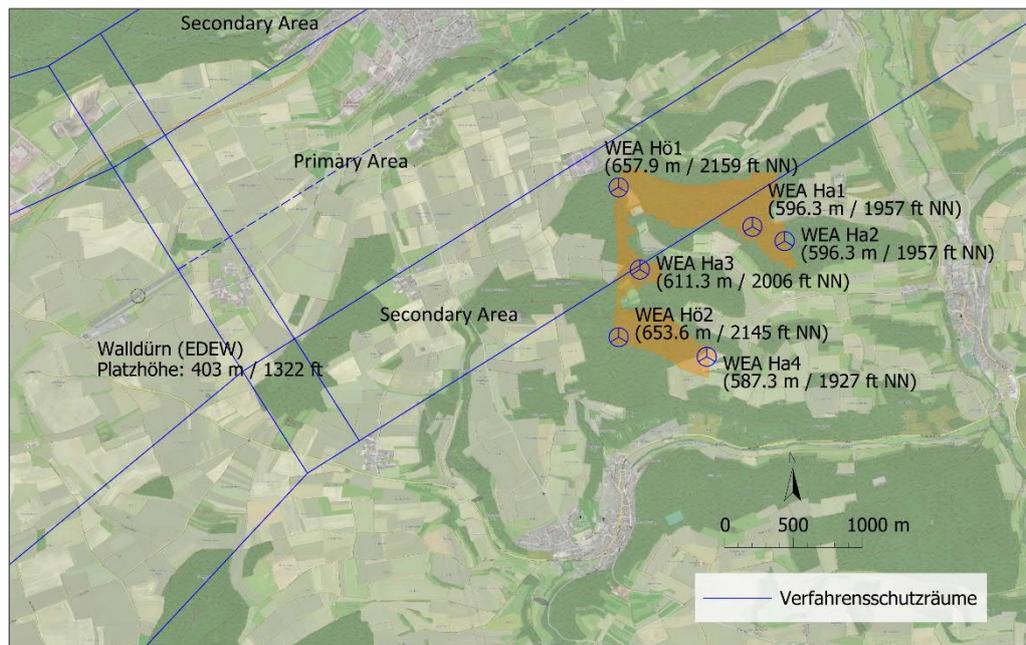


Abbildung 12: Beispiel Verfahrensschutzräume NPA (LNAV) für die Betriebsrichtung 24

- III.5.8 Es ist ersichtlich, dass sich die WEA Hö1 und Ha3 (aufgrund des Rotordurchmessers) innerhalb der sog. Secondary Area der Verfahrensschutzräume liegt.
- III.5.9 Die OCH des untersuchten RNP Anflugverfahrens (LNAV) in Betriebsrichtung 24 unter ausschließlicher Berücksichtigung der kritischen WEA Hö1 (657.9 m bzw. 2159 ft) beträgt 1018 ft. Hierbei wird gemäß ICAO PANS-OPS eine Minimum Obstacle Clearance (MOC) von 246 ft berücksichtigt, bzw. eine reduzierte Minimum Obstacle Clearance (MOC) innerhalb der Secondary Areas. Unter der Annahme das WEA Hö1 nicht vorhanden ist, wäre WEA Ha3 (611,3 m bzw. 2006 ft) das nächste kritische Hindernis, welches in einer OCH von 698 ft resultiert.
- III.5.10 Ohne WEA und unter der ausschließlichen Berücksichtigung der Antenne (1670 ft) im Anflugfad 24 beträgt die OCH 594 ft.
- III.5.11 Die folgende Abbildung zeigt beispielhaft die Verfahrensschutzräume des untersuchten RNP Anflugverfahrens (LNAV) für die Betriebsrichtung 06 sowie die WEA.

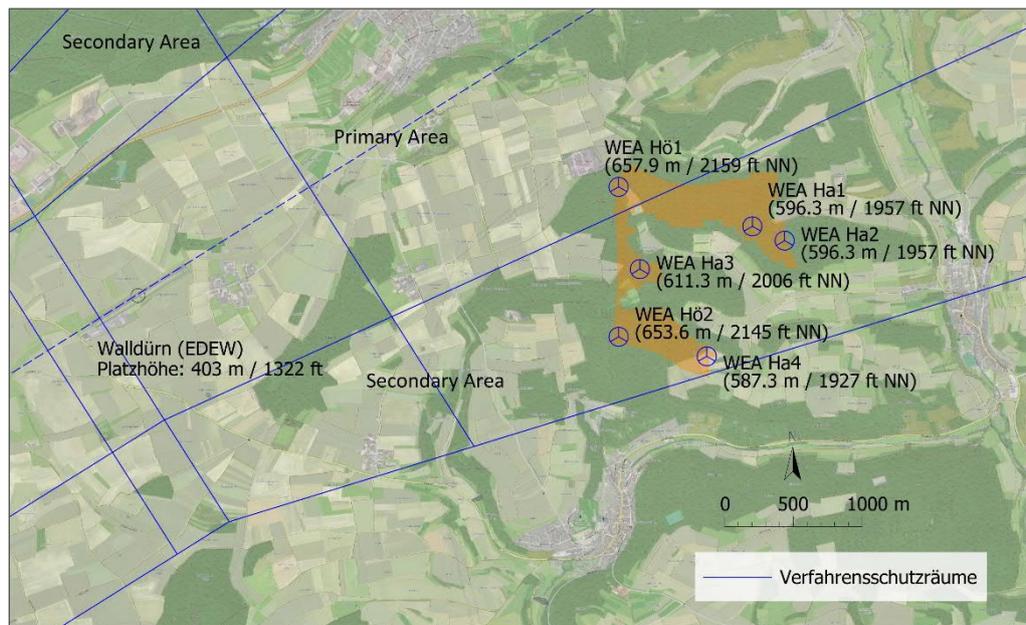


Abbildung 13: Beispiel Verkehrsschutzräume NPA für die Betriebsrichtung 06

- III.5.12 Es ist ersichtlich, dass WEA Hö1 in der Primary Area und alle anderen WEA innerhalb der Secondary Area der Verkehrsschutzräume des Fehlanflugs liegen.
- III.5.13 Gemäß ICAO PANS-OPS ergibt sich unter ausschließlicher Berücksichtigung der WEA eine OCH von 801 ft. Das kritische Objekt ist WEA Hö1 (657.9 m bzw. 2159 ft) in der Primary Area. Durch die Reduktion der MOC in der Secondary Area ergeben sich für alle anderen WEA geringere OCH Werte.
- III.5.14 Die Antenne (1670 ft) im Anflugpfad 24 ist für (Fehl-)Anflüge in Betriebsrichtung 06 nicht ausschlaggebend, da sie bei einer angenommenen OCH von 500 ft diese nicht erhöht.
- III.5.15 Zusammenfassend ist festzustellen, dass die geplanten WEA die Anflugminima von RNP Anflugverfahren (LNAV) erhöhen würde, teils signifikant. Ferner betragen die resultierenden OCH Werte unter Berücksichtigung der WEA mehr als 500 ft, was dem Mindestwert für Instrumentenanflugverfahren auf Sichtanfluglandebahnen entspricht.
- III.5.16 Die geplanten WEA haben somit Auswirkungen auf potenzielle Instrumentenanflugverfahren am Flugplatz Walldürn. Für zusätzliche Auswirkungen, welche sich aus der Betrachtung von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA ergeben, werden im Kapitel VI untersucht.

IV Risikobewertung

IV.1.1.1 Die folgende Tabelle stellt die ermittelten Risiken dar. Hierbei ist eine Tag- und Nacht Kennzeichnung gemäß nationalen Vorschriften bereits berücksichtigt.³²

Tabelle 10: Gefahren, Szenarien und Risiken (Gesamtrisiken)

Nr.	Szenario	Risiken bzgl. WEA					
		Hö 1	Hö 2	Ha 1	Ha 2	Ha 3	Ha 4
1	LFZ im Platzrundenflug	hoch	mittel	gering	gering	hoch	gering
2A	Ausflug aus der Platzrunde 06	mittel	mittel	gering	gering	mittel	gering
2B	Ausflug aus der Platzrunde 24	gering	gering	gering	gering	gering	gering
3A	Einflug in die Platzrunde 06	gering	gering	gering	gering	gering	gering
3B	Einflug in die Platzrunde 24	gering	gering	gering	gering	gering	gering
4	Ausweichmanöver	gering	gering	gering	gering	gering	gering

IV.1.1.2 Es wird ersichtlich, dass teilweise inakzeptabel hohe Risiken bestehen und geeignete Maßnahmen (bspw. Windrichtungsabhängige Abschaltung) notwendig sind, um bestehende Risiken zu vermindern.

IV.1.1.3 Bezüglich des Platzrundenflugs ist die Einstufung des Risikos für WEA Hö1 und Ha3 als hohes Risiko und für Hö3 als mittleres Risiko bewertet worden. Dies wird im Wesentlichen in der Verlängerung des Gegenanflugs Richtung Osten begründet, welches laut Flugplatzbetreiber auch vor Ort ein übliches Verfahren am Flugplatz Walldürn ist, um eine „Staffelung“ insbesondere bei hoher Verkehrsdichte und Mischflugbetrieb wie bspw. gleichzeitigem Segelflugbetrieb gewährleisten zu können.³³ Bei Verlängerung des Gegenanfluges liegen die benannten WEA innerhalb der Mindestabstände zwischen verlängerter Platzrundenführung und Hindernissen (400m/850m). Zusätzlich ist die Sichtbarkeit der WEA im Steigflug in Betriebsrichtung 06 u.U. eingeschränkt, da sie durch die Cockpitinstrumente zumindest teilweise verdeckt sein können.

IV.1.1.4 Unter der Annahme, dass die geplanten WEA bekannt und markiert/befeuert sind, können diese im Vorfeld bei der Routenwahl für Ein- und Ausflüge in bzw. aus der Platzrunde berücksichtigt werden, d.h. ein direkter Überflug kann vermieden werden. Die lokale Umgebung ermöglicht alternative Flugpfade bei Vermeidung der WEA und

³² Allgemeine Verwaltungsvorschriften (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen

³³ Siehe auch Kapitel II.3, Seite 18.

laut Aussage des Flugplatzbetreibers wird üblicherweise senkrecht zum Gegenanflug Ein- und ausgeflogen.

- IV.1.1.5 Für Ausflüge aus der Platzrunde in Betriebsrichtung 06 besteht dennoch zumindest ein mittleres Risiko für die WEA Hö1, Hö2 und Ha3, da die WEA im Steigflug durch die Cockpitinstrumente zumindest teilweise verdeckt sein können und damit die Sichtbarkeit der WEA eingeschränkt wäre.
- IV.1.1.6 Es ist anzumerken, dass die festgestellten erhöhten Steig- und Sinkgradienten für den Überflug der WEA eine Beeinträchtigung des Luftverkehrs darstellen. So sind ggfs. keine direkten Überflüge der WEA möglich und den WEA müsste ausgewichen werden. Daraus resultiert eine Beeinträchtigung der freien Nutzbarkeit des Luftraumes.
- IV.1.1.7 Die Einschränkung der Nutzbarkeit des Luftraumes, bezüglich des Ein- und Ausflugs in bzw. aus der Platzrunde gewinnt, wie im folgenden Kapitel VI beschrieben, mit der Betrachtung von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf von WEA signifikanter an Bedeutung.
- IV.1.1.8 Ein Ausweichmanöver stellt aufgrund der geplanten Anordnung der WEA im Windpark ein geringes Risiko dar, es ist nicht von einer besonderen kritischen „Hofbildung“ durch den Windpark auszugehen. So gilt auch folgende Anforderung für den Sichtflug im Luftraum G: "Ein rechtzeitiges Erkennen von Hindernissen muss möglich sein"³⁴. Somit ist in jedem Fall durch den LFZ-Führer sicherzustellen, die Fluggeschwindigkeit der Sicht angemessen zu wählen.
- IV.1.1.9 Nach Einschätzung des Projektteams ist das Risiko für WEA Hö1 und Ha3 als inakzeptables hoch einzuschätzen und für Hö2 als tolerables mittleres Risiko anzusehen ist.
- IV.1.1.10 Unter Betrachtung der festgestellten Risiken und aufgrund der sehr geringen Entfernung der WEA zum Flugplatz Walldürn wird empfohlen, vom Bau der WEA Hö1 und Ha3 abzusehen und die WEA Hö2 nach Möglichkeit im Standort anzupassen.
- IV.1.1.11 Unter der Annahme, dass WEA Hö1, Hö2 und Ha3 nicht gebaut werden, ergibt sich für die Ausflug aus der Platzrunde (Szenarien 2A und 2B) ein geringes Risiko.

³⁴ Siehe [5]

V Maßnahmen

- V.1.1.1 Um die identifizierten Risiken zu mindern und die Sicherheit des Flugbetriebs zu erhöhen, wird empfohlen, vom Bau der WEA Hö1 und Ha3 abzusehen und die WEA Hö2 nach Möglichkeit im Standort anzupassen.
- V.1.1.2 Grundsätzlich wird empfohlen, eine Verschiebung der WEA Standorte zu prüfen, da sich mit zunehmender Entfernung zur Platzrunde die Beeinträchtigungen auf den Flugplatzverkehr verringern werden.
- V.1.1.3 Eine Anpassung der Platzrunde wäre i.A. eine Option, um den Abstand zwischen den geplanten WEA und dem Flugplatzverkehr zu vergrößern. Im vorliegenden Fall unter Berücksichtigung eines potenziell notwendigen verlängerten Gegenanfluges erscheint dies jedoch nicht praktikabel. Bspw. erscheint eine Verlegung der Motorflugplatzrunde auf die gegenüberliegende Seite der Start- und Landebahn aufgrund der Ortschaften Walldürn und Höpfingen und damit verbundenen Lärmbelästigung nicht möglich.
- V.1.1.4 Es wird zur Gewährleistung der flugbetrieblichen Sicherheit von einer Tag- und Nachtkennzeichnung gemäß nationalen Vorschriften sowie Veröffentlichung der WEA im AIP ausgegangen. Zusätzlich sollte zumindest in der Anfangszeit auf die WEA im Luftsportverein am Flugplatz (bspw. Internetseite, Broschüren, Aushänge, etc.) hingewiesen werden.
- V.1.1.5 Für zusätzliche Maßnahmen, welche sich aus der Betrachtung von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA ergeben, siehe Kapitel VI.

VI Aerodynamische Effekte im Nachlauf der WEA

VI.1 Einführung

- VI.1.1 An den Rotorblättern von Windenergieanlagen (WEA) entstehen Luftströmungen im Nachlauf der WEA, welche negative aerodynamische Auswirkungen auf sich nähernde Luftfahrzeuge haben können.
- VI.1.2 Untersuchungen haben ergeben, dass sich die Effekte induziert durch turbulente Strömungen bis zu einer Entfernung von 16 Rotordurchmessern erstrecken können.³⁵
- VI.1.3 Inwieweit die aerodynamischen Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) einen gefährlichen Einfluss auf die flugbetriebliche Sicherheit von Luftfahrzeugen hat, war und ist Gegenstand mehrerer Studien.
- VI.1.4 Hieraus lässt sich jedoch (noch) keine allgemeingültige Abstandregelung zu WEA ableiten, da die Ergebnisse verschiedener Studien durchaus unterschiedlich ausfallen.
- VI.1.5 Ferner sind in nationalen sowie supranationalen (ICAO, EASA) Luftfahrtvorschriften keine Regelungen bezüglich auf aerodynamische Effekte begründete Mindestabstände zu WEA festgehalten. Eine Ausnahme bildet hier Großbritannien, welche einen Mindestabstand von fünf Rotordurchmessern zu WEA empfiehlt.³⁵
- VI.1.6 In Deutschland hat eine Studie der FH Aachen Beachtung gefunden, welche ebenfalls Mindestabstände zu WEA empfiehlt.³⁶ Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) hat jedoch die Studie teilweise bemängelt und hat zuletzt eigene Untersuchungen durchgeführt.
- VI.1.7 Es sei ausdrücklich darauf hingewiesen, dass die verschiedenen Studienergebnisse keine Rechtsverbindlichkeit darstellen.
- VI.1.8 Eine Übersicht zu verschiedenen Untersuchungen und Empfehlungen werden in Kapitel VI.2 dargestellt und Handlungsempfehlungen abgeleitet.
- VI.1.9 Im Anschluss werden in Kapitel VI.3 mögliche Gefahren für den Luftverkehr im Nachlauf der geplanten WEA nahe dem Flugplatz Walldürn untersucht.

³⁵ Siehe Civil Aviation Authority United Kingdom: CAP 764 – CAA Policy and Guidelines on Wind Turbines (February, 2016)

³⁶ Siehe FH Aachen: Windenergieanlagen in Flugplatznähe – Gutachten zur Feststellung notwendiger Mindestabstände von Windenergieanlagen zu Flugbetriebsräumen und Flugplätzen unter Berücksichtigung sämtlicher Luftfahrzeugklassen, insbesondere auch der im Luftsport verwendeten (Dezember 2015)

VI.2 Empfehlungen zu Mindestabständen zu WEA

VI.2.1 Studie der FH Aachen: „Windenergieanlagen in Flugplatznähe“

- VI.2.1.1 Eine Studie des Fachbereichs Luft- und Raumfahrttechnik der FH Aachen hatte zum Ziel, Mindestabstände von WEA zu Flugbetriebsräumen an Flugplätzen festzustellen.³⁷
- VI.2.1.2 WEA werden in dieser Studie nicht als gewöhnliches Hindernis behandelt, sondern vielmehr als ein dynamisches Hindernis. Aufgrund turbulenter Luftströmungen im Nachlauf einer WEA, wird ein zylindrischer Schutzbereich um WEA definiert, welcher von Luftfahrzeugen gemieden werden sollte. Dieser Bereich erstreckt sich bis zu einem Radius von sieben Rotordurchmessern um eine WEA³⁸ sowie bis zu einer Höhe der WEA zuzüglich 15% des Rotordurchmessers.
- VI.2.1.3 Es sei darauf hingewiesen, dass die Studienergebnisse keine Rechtsverbindlichkeit darstellen. So hat bspw. das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft von Baden-Württemberg klargestellt, dass *„Windenergievorhaben alleinig unter Heranziehung des Gutachtens der FH-Aachen nicht abgelehnt werden“* können.
- VI.2.1.4 Ferner sei erwähnt, dass die Qualität der Studie bspw. vom Deutschen Institut für Luft- und Raumfahrt (DLR) in einer Stellungnahme teilweise bemängelt wurde und dass den in der Studie abgeleiteten pauschalen Abstandsempfehlungen nicht zugestimmt wird. Eine aktuellere Studie des DLR³⁹ deutet ferner darauf hin, dass auch geringere Abstände ausreichend sein können (siehe Kapitel VI.2.3).

VI.2.2 University of Liverpool: “Wind Turbine Wake Encounter Study”

- VI.2.2.1 Die University of Liverpool hat in Zusammenarbeit mit der britischen Zivilluftfahrtbehörde (CAA UK) Störungen auf den Vorbeiflug von leichten Luftfahrzeugen an Windenergieanlagen untersucht.⁴⁰
- VI.2.2.2 In der Studie „Wind Turbine Wake Encounter Study“ wird aufgrund der Analyse verschiedener Strömungsmodelle, Messungen turbulenter Luftströmungen im Nachlauf von WEA und Flugsimulationen festgestellt, dass in einer Entfernung vom fünffachen Rotordurchmesser keine signifikanten Störungen im Vorbeiflug eines leichten Luftfahrzeugs zu erwarten sind.

³⁷ Siehe FH Aachen: Windenergieanlagen in Flugplatznähe – Gutachten zur Feststellung notwendiger Mindestabstände von Windenergieanlagen zu Flugbetriebsräumen und Flugplätzen unter Berücksichtigung sämtlicher Luftfahrzeugklassen, insbesondere auch der im Luftsport verwendeten (Dezember 2015)

³⁸ Für Hängegleiter wird ein Bereich bis zu 12 Rotordurchmessern um eine WEA empfohlen.

³⁹ Siehe DLR: Flugversuche im Nachlauf von großen Windenergieanlagen (2017)

⁴⁰ Siehe University of Liverpool: Wind Turbine Wake Encounter Study (March 2015)

VI.2.2.3 Es wird darauf hingewiesen, dass die Studienergebnisse auf Untersuchungen von WEA mit einem vergleichsweise geringen Rotordurchmesser von 30 m basieren. Die Studie erlaubt gegenwärtig keine Extrapolation auf größere Rotordurchmesser, weshalb weitere Untersuchungen empfohlen werden.

VI.2.2.4 Die Untersuchungsergebnisse der University of Liverpool wurden von der britischen Zivilluftfahrtbehörde (CAA UK) als Civil Aviation Publication (CAP) 764 aufgenommen.⁴¹

VI.2.3 Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt: „Flugversuche im Nachlauf von großen Windenergieanlagen“

VI.2.3.1 Das Deutsche Zentrum für Luft- und Raumfahrt hat mit Unterstützung der Firma Landwind GmbH mittels Messdaten aus Flugversuchen den Nachlauf von Windenergieanlagen analysiert.

VI.2.3.2 Der Nachlauf einer 199,5m hohen Anlage wurde hierzu 330-mal in einem Abstand von 1,5 bis 15 Rotordurchmessern durchfliegen. Bei den Flugversuchen waren keine außergewöhnlichen Steuereingaben des Piloten notwendig, um den Nachlauf zu durchfliegen. Es wurde jedoch auch festgestellt, dass Nachlaufdurchflüge, die deutlich von einem quasiparallelen Flug zur Rotorebene abwichen, durch den Anströmverlust bei geringer Eigengeschwindigkeit kurzzeitig Anstellwinkel bis in die Nähe der Stallgrenze kommen können. Die ist bei Schrägdurchflügen, die dicht hinter der Anlage stattfinden und wo die Nachlaufdelle sehr deutlich ausgeprägt ist (bspw. bei Kurvenflüge in Platzrunden) eine besondere Herausforderung für den Piloten.

VI.2.3.3 Es werden insofern vom DLR weitere Flugversuche empfohlen. Einen konkreten Mindestabstand zu Windenergieanlagen empfiehlt die DLR Studie nicht.

VI.2.4 Weitere Studien

VI.2.4.1 In der Studie des DLR findet eine Diplomarbeit Erwähnung („Untersuchung zum Nachlaufeinfluss von Windenergieanlagen auf Segelflugzeuge“), in der eine detaillierte Computational Fluid Dynamics (CFD) Analyse durchgeführt wurde, um die Durchströmung einer WEA vollständig zu modellieren. In einem Abstand von einem Rotordurchmesser sind hier zum Teil schwere Störungen, ausgelöst durch den Nachlauf, festgestellt worden.

⁴¹ Siehe Civil Aviation Authority United Kingdom: CAP 764 – CAA Policy and Guidelines on Wind Turbines (February 2016)

- VI.2.4.2 Das niederländische NLR Air Transport Safety Institute (ATSI) hat für durch Hindernisse induzierte Turbulenzen das sogenannte „7 knots criterion“ entwickelt. Dieses Kriterium beschreibt ein über einen kurzen Zeitraum maximal zulässiges Winddefizit von 7 kt (ca. 3,5 m/s) senkrecht zu einem Luftfahrzeug. Es sei darauf hingewiesen, dass in der Studie des DLR (siehe Kapitel VI.2.3) Winddefizite von 3,5 m/s in einem Abstand von ca. zwei bis 10 Rotordurchmessern gemessen wurden.
- VI.2.4.3 Experten der niederländischen Luftfahrtberatung „to70“ befassten sich mit der Thematik in einem am 13.06.2018 veröffentlichten Artikel.⁴² Es wird beschrieben, dass gemäß konservativen Schätzungen einen Abstand von bis zu sechs Rotordurchmessern vorsehen.

VI.2.5 Abgeleitete Handlungsempfehlungen

- VI.2.5.1 Zusammenfassend aus den vorliegenden Studien und Untersuchungen, lässt sich feststellen, dass eine einheitliche Empfehlung für den Abstand zum Nachlauf von Windenergieanlagen durch wissenschaftliche Erkenntnisse bisher nicht ermittelt werden konnte.
- VI.2.5.2 Die Höhe des Gefährdungspotentials ist von zahlreichen Umständen und Faktoren abhängig, wie dem Luftfahrzeugtyp, der Fluggeschwindigkeit, der Windgeschwindigkeit, der Windrichtung oder dem Lastzustand der WEA.
- VI.2.5.3 Die wissenschaftlich wohl umfangreichsten Untersuchungen liegen in der Studie der University of Liverpool vor. Die britische zivile Luftfahrtbehörde (CAA UK) folgt hierbei dem ermittelten Mindestabstand von fünf Rotordurchmessern und empfiehlt dessen Einhaltung in einer Richtlinie (CAP 764).
- VI.2.5.4 Die Untersuchungen der FH Aachen empfehlen einen Abstand von sieben Rotordurchmessern.

⁴² Siehe <https://to70.com/dangerous-relationship-wind-turbines-aviation/>

- VI.2.5.5 Die Studie des DLR hat in zahlreichen Flugversuchen in einem Abstand von 1,5 bis 15 Rotordurchmessern festgestellt, dass der Einfluss auf die Flugsteuerung durch den Nachlauf gering ist. Jedoch werden keine Empfehlungen abgeleitet. Vielmehr werden weitere Untersuchungen empfohlen, insbesondere in Bezug auf den Einflug in die Blattspitzenwirbel (oberer und unterer Randbereich des Nachlaufs) und bzgl. größerer Anlagen mit mehr als 130 m Rotordurchmesser. Die Feststellung das Schrägdurchflüge, durch den Anströmverlust bei geringer Eigengeschwindigkeit kurzzeitig Anstellwinkel bis in die Nähe der Stallgrenze kommen können, zeigt, dass die Effekte je nach Kurve oder Windrichtung zu größeren Herausforderungen für den Piloten führen können. Für Flüge in Platzrunden sowie im Nahbereich des Flugplatzes, die sich in einem Schrägdurchflug des WEA Nachlaufs (durch den Kurvenbereich der Platzrunde oder durch die Windrichtung) befinden ist der Abstand von 1,5 Rotordurchmesser eventuell nicht angemessen.
- VI.2.5.6 Unter weiterer Berücksichtigung des o.g. Kriteriums des NLR ATSI (7 kt bzw. 3,5 m/s) erscheint ein möglicher von der Studie des DLR abgeleiteter Abstand von 1,5 Rotordurchmesser nicht empfehlenswert. So wurden Winddefizite von 3,5 m/s in einem Abstand von ca. zwei bis 10 Rotordurchmessern gemessen.
- VI.2.5.7 Eine weitere Möglichkeit zur Bewertung von turbulenten Nachläufen von Windenergieanlagen ist die Eddy Dissipation Rate (EDR) zur Klassifizierung von Turbulenzen, die ebenfalls in der Studie der FH Aachen berücksichtigt wird. Die EDR ist unabhängig von der Windgeschwindigkeit und beschreibt das Turbulenzniveau. Zieht man die EDR zusätzlich in Betracht, empfiehlt sich ein Mindestabstand zu Windenergieanlagen von deutlich mehr als 2 Rotordurchmessern.
- VI.2.5.8 Ein weiterer Aspekt, welcher nicht außer Acht gelassen werden sollte, ist die Sicht aus dem Cockpit. Erfahrungsgemäß kann die subjektive Wahrnehmung der Piloten von den getroffenen Annahmen abweichen, was sich in dem tatsächlichen Verhalten der Piloten widerspiegeln kann. Nachfolgend sind beispielhaft „weiche Faktoren“ aufgezählt, die die Bewertung des Mindestabstandes aus Sicht eines Piloten zusammenfasst:
- ungewohnte Flughöhe im Nahbereich eines Flugplatzes (Platzrunde)
 - unangenehme Entfernung zu (dynamischen) Hindernis wie WEA
 - Abstände können qualitativ nicht zuverlässig eingeschätzt werden
 - Herausforderung für unerfahrenere Piloten (z.B. Flugschüler) ungleich größer
 - Zusätzliche mentale Belastung

VI.2.5.9 Insbesondere basierend auf den Empfehlungen der britischen Zivilluftfahrtbehörde bzw. der University of Liverpool sowie der FH Aachen, und unter Berücksichtigung der o.g. Aspekte, werden folgende Abstände aufgrund von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf von WEA berücksichtigt und wie folgt bewertet:

- hohes Risiko für Abstände von weniger als 5 Rotordurchmessern
- erhöhtes Risiko für Abstände von weniger als 7 Rotordurchmessern

VI.2.5.10 Im Folgenden werden die abgeleiteten Abstandsempfehlungen von fünf bzw. sieben Rotordurchmessern (5D / 7D) für die geplanten WEA am Flugplatz Walldürn analysiert.

VI.2.5.11 Es wird empfohlen, die Untersuchungen zu überprüfen, wenn sich neue wissenschaftliche Erkenntnisse ergeben bzw. Vorschriften erlassen werden.

VI.3 Untersuchung potenzieller Auswirkungen

VI.3.1 Aerodynamisch Effekte bzgl. Flüge nach Sichtflugregeln (VFR)

VI.3.1.1 Im Folgenden werden die abgeleiteten Abstandsempfehlungen von fünf bzw. sieben Rotordurchmessern (5D / 7D) für die geplanten WEA am Flugplatz Walldürn analysiert.

VI.3.1.2 Es sei angemerkt, dass die Abstandsempfehlungen auf der Annahme basieren, dass der Wind aus allen Richtungen kommen kann. Je nach Standort sind jedoch bestimmte Windrichtungen vorrangig und daher als kritischer einzustufen sind. Ferner ist festzuhalten, dass die tatsächliche Windrichtung anhand der Rotorstellung der WEA am Tag klar erkennbar ist. Die Windverteilung steht jedoch nicht im Fokus der nachfolgenden Untersuchungen.

VI.3.1.3 Die folgenden Abbildungen stellen die Platzrunde des Flugplatzes Walldürn, deren Mindestabstände zwischen Platzrundenführung und Hindernissen⁴³ für den Motorflug gemäß nationalen Vorschriften⁴⁴ und die empfohlenen Mindestabstände 5D bzw. 7D für die WEA dar.

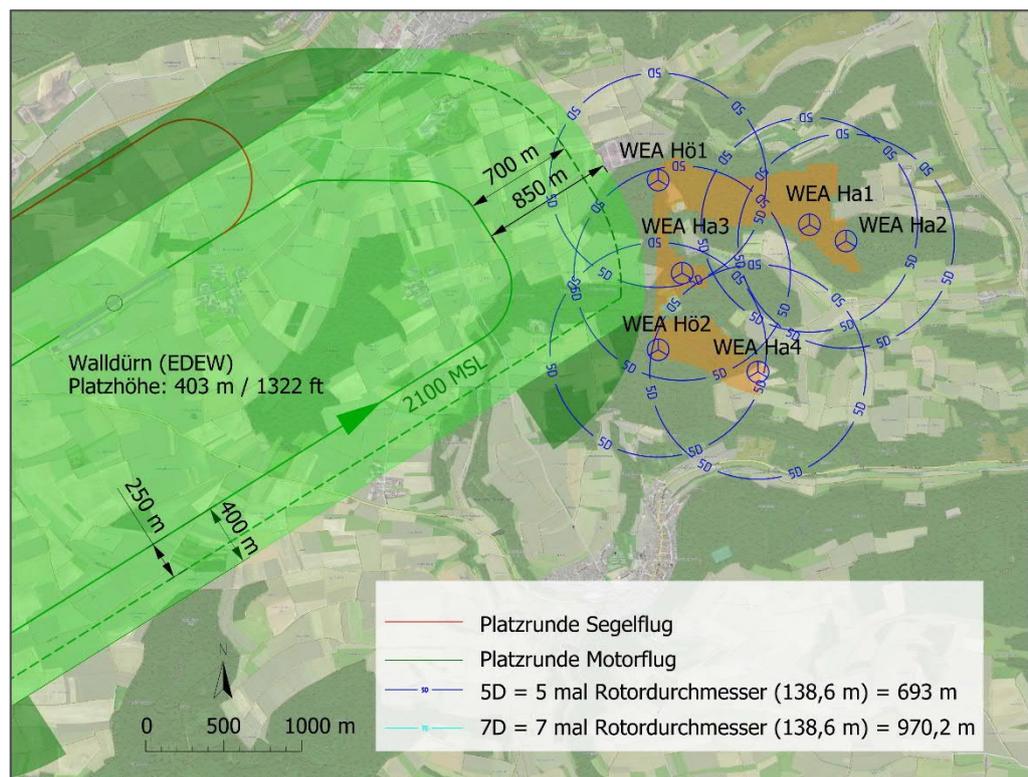


Abbildung 14: Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 5D Rotordurchmesser

⁴³ Der 400 m-Schutzbereich für den Gegenanflug einer Platzrunde basiert auf einem angenommenen 250 m-Toleranzbereich zzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen. Insofern kann für die Betrachtung von möglichen Turbulenzen der 250 m-Toleranzbereich (bzw. 700 m anstatt 850 m) als maßgebend angesehen werden.

⁴⁴ Gemeinsamen Grundsätze des Bundes und der Länder für die Anlage und den Betrieb von Flugplätzen und Flugzeugen im Sichtflugbetrieb; siehe auch Kapitel I.2.2 „Rechtliche Rahmenbedingungen“

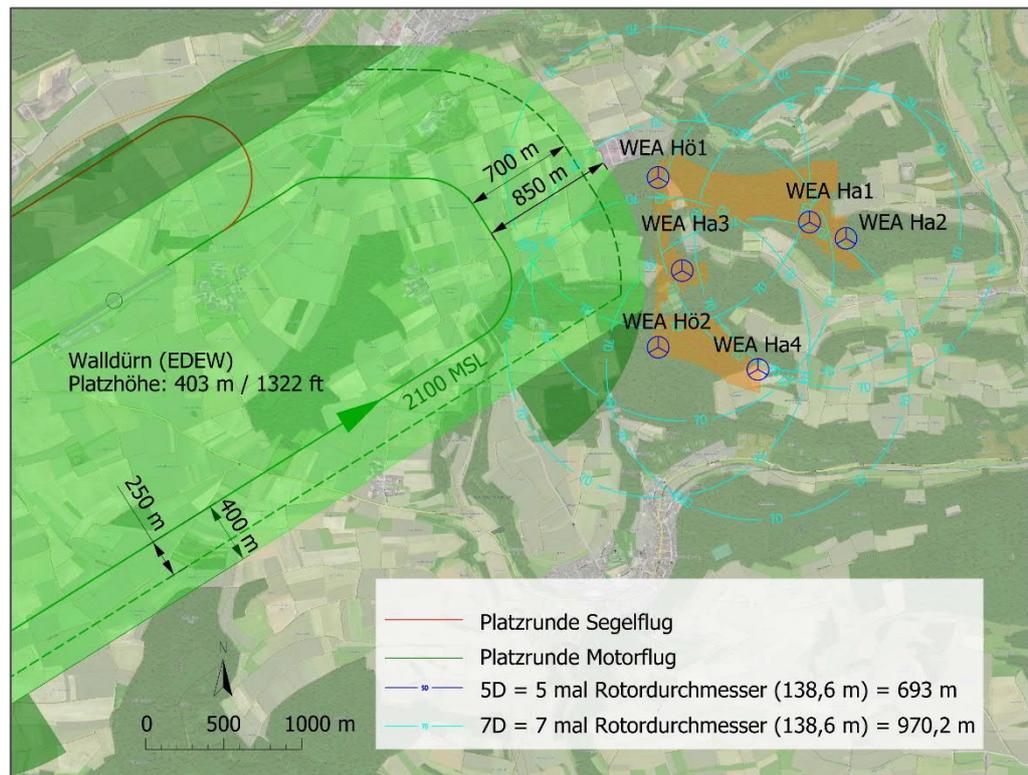


Abbildung 15: Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 7D Rotordurchmesser

- VI.3.1.4 Es ist ersichtlich, dass sich die Abstandsempfehlung von 5D der WEA Hö1, Hö2 und Ha3 in den Schutzbereichen der Platzrunden (abzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen⁴⁵) hineinragen. Der Nachlauf der WEA Hö1, Hö2 und Ha3 kann insofern als kritisch angesehen werden.
- VI.3.1.5 Alle weiteren WEA (Ha1, Ha2 und Ha4) sind aufgrund ihrer Entfernungen zum Flugplatz zunächst als akzeptabel anzusehen, da die Abstandsempfehlung von 5D bzw. nicht in den Schutzbereichen der Platzrunden (abzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen) hineinragen.

⁴⁵ Der 400 m-Schutzbereich für den Gegenanflug einer Platzrunde basiert auf einem angenommenen 250 m-Toleranzbereich zzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen. Insofern kann für die Betrachtung von möglichen aerodynamischen Effekten der 250 m-Toleranzbereich (bzw. 700 m anstatt 850 m) als maßgebend angesehen werden.

VI.3.1.6 Unter Betrachtung einer verlängerten Platzrunde wird jedoch ersichtlich, dass zusätzlich die WEA Ha1 und Ha4 in Bezug auf aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) als ungünstig einzustufen sind, wie in den folgenden Abbildungen verdeutlicht wird.

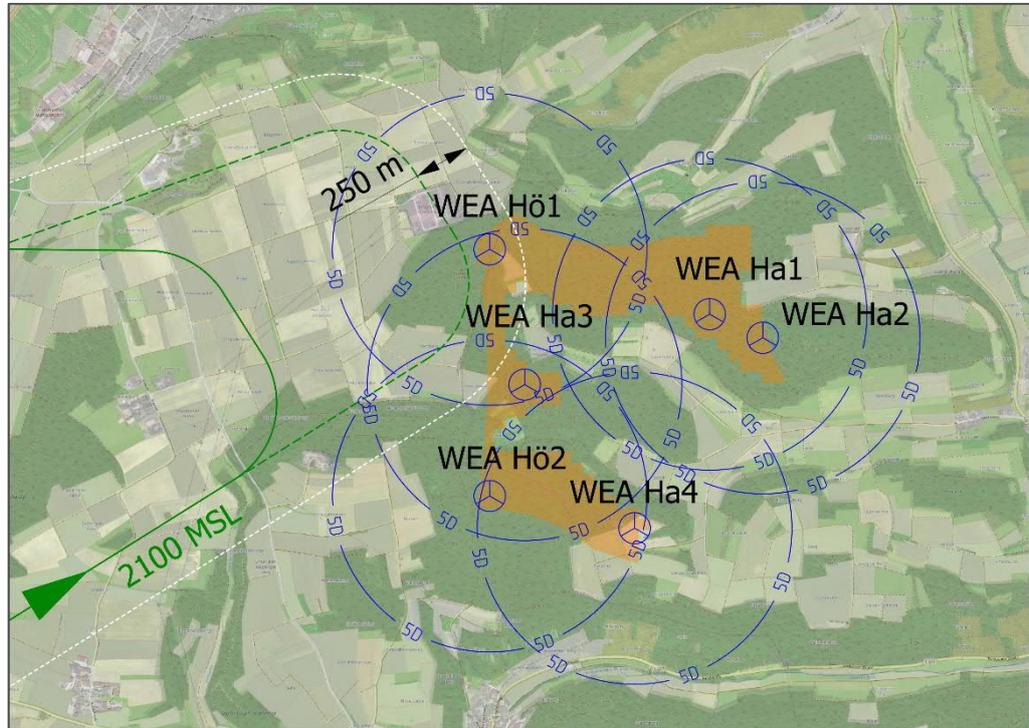


Abbildung 16: Verlängerte Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 5D Rotordurchmesser

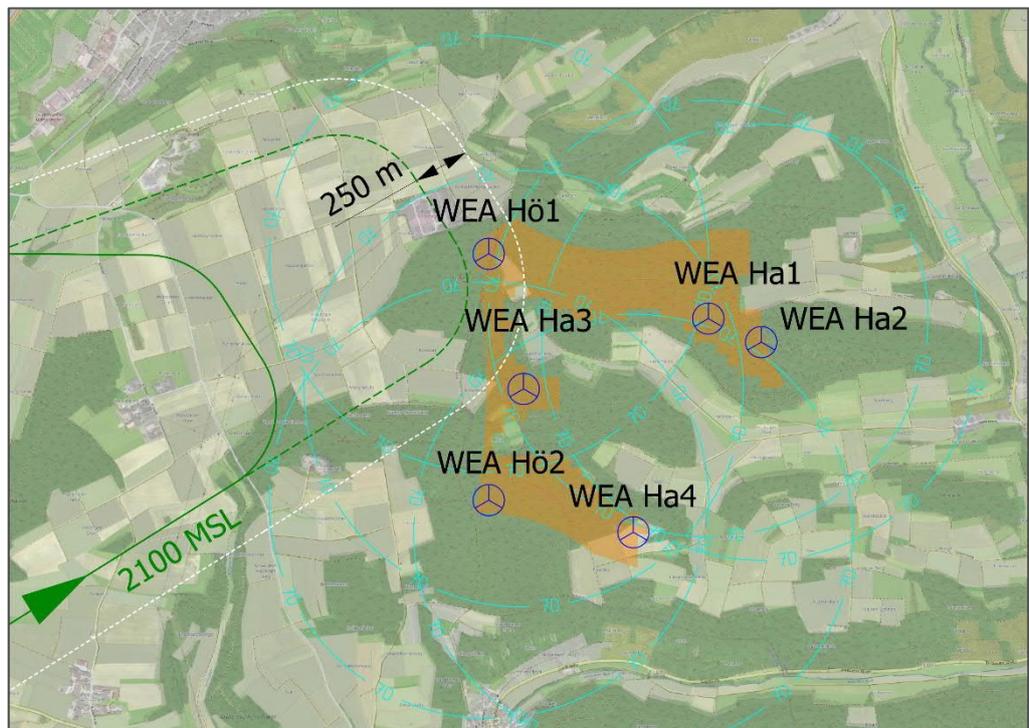


Abbildung 17: Verlängerte Platzrunde - Nachlauf von WEA mit 7D Rotordurchmesser

- VI.3.1.7 Es ist ersichtlich, dass sich die Abstandsempfehlung von 7D der WEA Ha1 und Ha4 in einen angenommenen Toleranzbereich von 250 m ⁴⁶ um die verlängerte Platzrunde hineinragen. Der Nachlauf der WEA Ha1 und Ha4 kann insofern als ungünstig angesehen werden.
- VI.3.1.8 Unter Betrachtung der aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA sind große Teile der Windparkpotenzialflächen als ungünstig oder gar kritisch zu sehen. Aufgrund der geringen Abstände der WEA Hö1, Hö2, Ha1, Ha3 und Ha4 zum Flugplatz Walldürn und der festgelegten Platzrunde, sind diese WEA aus Sicht der aerodynamischen Effekten als kritisch (WEA Hö1, Hö2 und Ha3) bzw. (WEA Ha1 und Ha4) ungünstig anzusehen.
- VI.3.1.9 Insofern werden risikomindernde Maßnahmen empfohlen, um die Gefährdung durch aerodynamische Effekte im Nachlauf der WEA entgegen zu wirken. Sofern keine geeigneten Maßnahmen (bspw. Windrichtungsabhängige Abschaltung) getroffen werden können, wird empfohlen, vom Bau der kritischen WEA Hö1, Hö2 und Ha3 abzusehen.

VI.3.2 Aerodynamische Effekte bzgl. Instrumentenanflüge (IFR)

- VI.3.2.1 In Bezug auf die in Kapitel III.5 beschriebenen potenziellen zukünftigen satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren werden im Folgenden die Abstandsempfehlung von 5D bzw. 7D der WEA für das visuelle Segment eines Instrumentenanflugverfahrens betrachtet.
- VI.3.2.2 Die Hindernisbegrenzungsflächen des Flugplatzes, insbesondere die Anflugfläche sowie die seitliche Übergangsfläche, sollen Luftfahrzeuge im visuellen Segment eines Anfluges schützen. Darüber hinaus wird im ICAO PANS-OPS die Visual Segment Surface (VSS) beschrieben, welche ebenfalls Instrumentenanflugverfahren im visuellen Segment unterhalb der Hindernisfreihöhe (OCA/H) schützen soll. Die VSS deckt einen Bereich ähnlich der Anflugfläche ab.
- VI.3.2.3 Die WEA selbst liegen außerhalb der Anflugfläche, seitliche Übergangsfläche sowie der VSS, allerdings reichen die Abstandsempfehlung von 7D in den Bereich der VSS lateral hinein (WEA Hö1). Unter der Annahme, dass die VSS von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im WEA-Nachlauf (7D Mindestabstände) freizuhalten sei, würde WEA Hö1 die Abstandsempfehlung von 7D lateral nicht einhalten und dementsprechend als ungünstig einzuordnen sein.

⁴⁶ Der angenommen 250 m-Toleranzbereich basiert auf dem 400 m-Schutzbereich für den Gegenanflug einer Platzrunde, welchem ein 250 m-Toleranzbereich zzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen zugrunde liegt.

VI.3.2.4 Die folgenden Abbildungen zeigen die VSS (in Magenta) für Anfüge der Betriebsrichtung 24 und die Abstandsempfehlung von 5D und 7D.

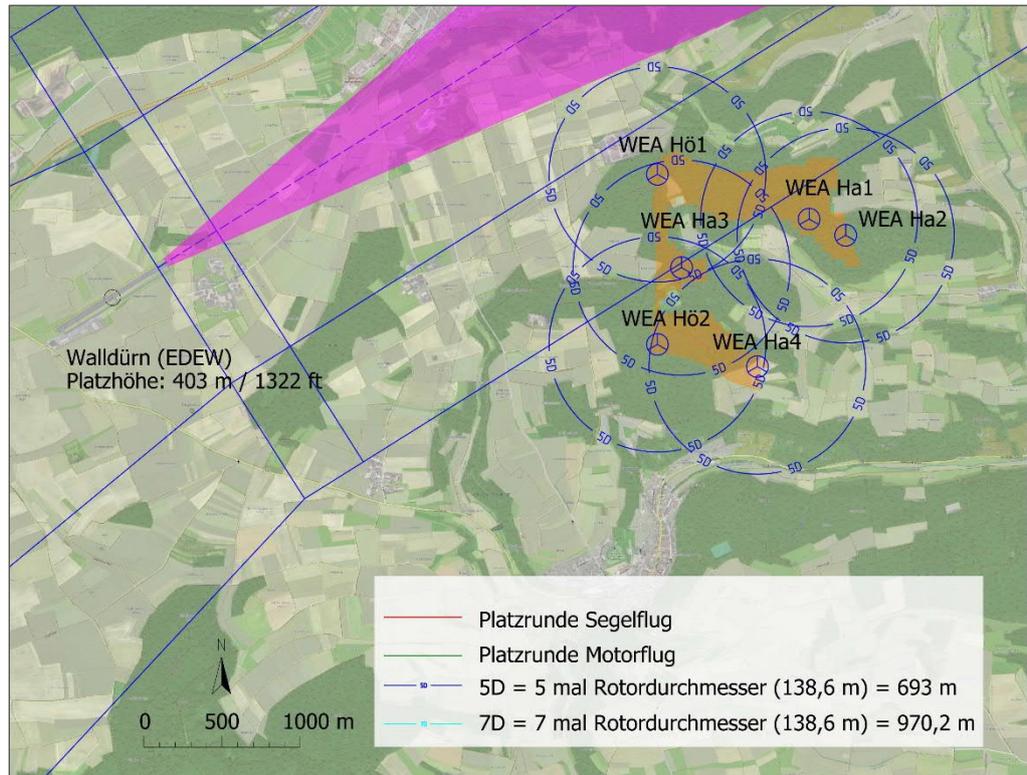


Abbildung 18: VSS vs. WEA Nachlauf Mindestabstand 5D

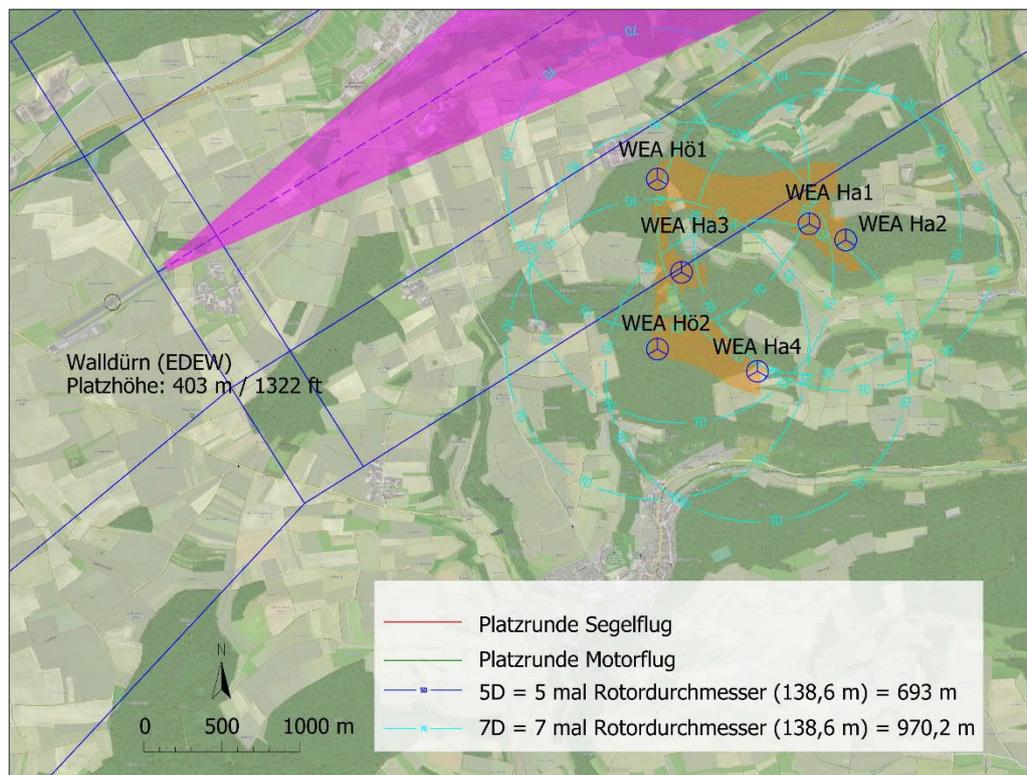


Abbildung 19: VSS vs. WEA Nachlauf Mindestabstand 7D

VI.3.2.5 Jedoch könnten sich anfliegende Luftfahrzeuge im Anflug über den WEA und über den aerodynamischen Effekten im Nachlauf der WEA befinden. Insofern stellt folgende Abbildung bezogen auf WEA Hö1 den nominelle Anflugpfad (vertical path angle, VPA; schwarz), die Visual Segment Surface (VSS; orange) und die die Obstacle Protection Surface (OPS; grün) für das Gleitwegbefeuerungssystem PAPI (Precision Approach Path Indicator) dar. Diese werden zum einen für einen standardmäßigen 3° Anflugwinkel (gestrichelte Linien) und zum anderen für einen erhöhten 4° Anflugwinkel⁴⁷ (durchgezogene Linien) in der folgenden Abbildung vorgestellt.

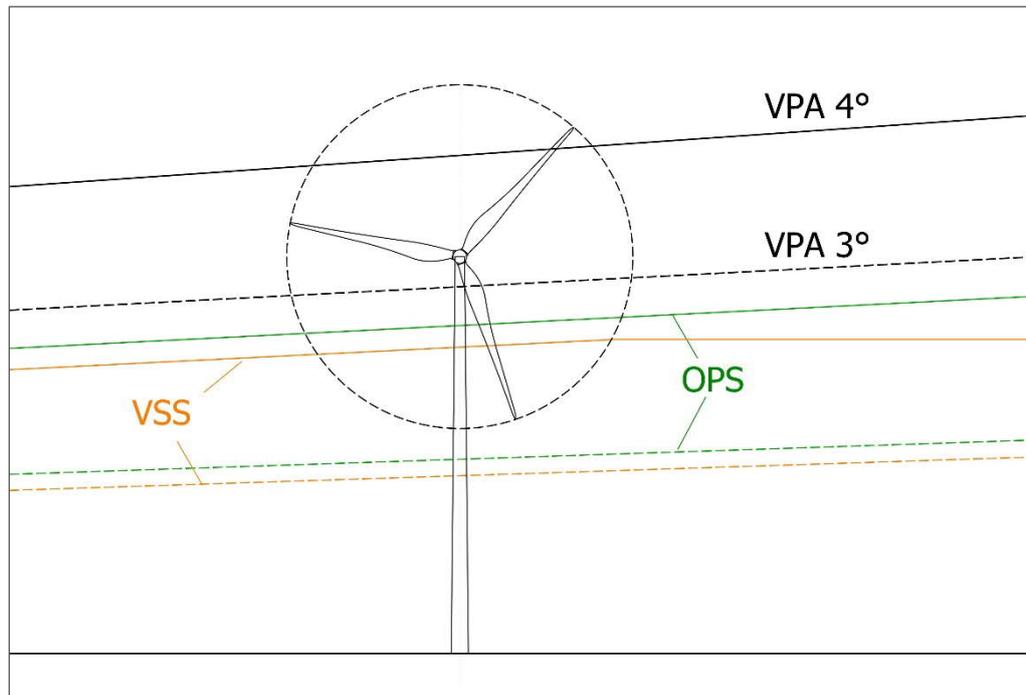


Abbildung 20: Vertikale Betrachtung – VSS, OPS und nomineller Anflugpfad vs WEA

VI.3.2.6 In der vertikalen Betrachtung ist ersichtlich, dass der nominelle Anflugpfad für einen 3° Anflugwinkel fast in Nabenhöhe der WEA Hö1 liegt. Für einen Anflugwinkel von 4° liegt der nominelle Anflugpfad im oberen Drittel des Rotors.

VI.3.2.7 Die VSS und die Obstacle Protection Surface (OPS) für die PAPI liegt für einen Anflugwinkel von 4° im unteren Drittel des Rotors (WEA Hö1) und für einen 3° Anflugwinkel unterhalb des Rotors (WEA Hö1).

VI.3.2.8 Somit ist ersichtlich, dass Anflüge der Betriebsrichtung 24 im Bereich möglicher aerodynamischer Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA Hö1 (Abstandsempfehlung von 7D) befinden. Der Standort der WEA Hö1 wird insofern aus der Perspektive zukünftiger Instrumentenanflüge als ungünstig erachtet.

⁴⁷ Der 4° Anflugwinkel basiert auf den derzeitigen Einstellungen der PAPI. Es sei angemerkt, dass gemäß ICAO PANS-OPS ein Anflugwinkel von 4° über den standardmäßigen Limits liegt und somit einem Steep Approach darstellen würde.

VI.3.2.9 Für Instrumentenanflüge der Betriebsrichtung 06 liegen die WEA im Bereich des Fehlanflugs. Es ist anzumerken das in einem „worst case“ Szenario mit einer OCA von beispielsweise 2110 ft Luftfahrzeuge sich zunächst unterhalb der WEA Hö1 Höhe befinden und mit einem Fehlanfluggradient von 2,5% gemäß ICAO PANS-OPS sich im Bereich aerodynamischer Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) befinden können.⁴⁸

VI.4 Zwischenfazit

VI.4.1 Die Analyse der möglichen aerodynamischen Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der geplanten WEA hat ergeben, dass sich die Mindestabstände zwischen Platzrundenführung und Hindernissen in einem Abstand von deutlich weniger als der Abstandsempfehlung von 5D zu WEA Hö1, Hö2 und Ha3 befinden. Zusätzlich reicht für die Verlängerung des Gegenanflugs der Platzrunde die Abstandsempfehlung von 7D für die WEA Ha1 und Ha4 in den angenommenen Schutzraum von 250 m⁴⁹ hinein.

VI.4.2 Ferner wurde festgestellt, dass sich die VSS in weniger als die Abstandsempfehlung von 7D zu der WEA Hö1 befindet. Die Relevanz dieser Erkenntnis ist vor allem für die potenziellen zukünftigen satellitengestützte Anflugverfahren nach Instrumentenflugregeln von Bedeutung, da die VSS das visuelle Segment schützt.

VI.4.3 Je nach Windrichtung wird von einer Erhöhung des Risikos durch aerodynamische Effekte (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA ausgegangen.

VI.4.4 Dies kann auch Direktan- und -abflüge betreffen, welche die WEA nah umfliegen.⁵⁰

VI.4.5 Zusammenfassend kann davon ausgegangen werden, dass große Teile der Windparkpotenzialflächen als ungünstig oder gar kritisch zu sehen sind. Aufgrund der geringen Abstände der WEA Hö1, Hö2, Ha1, Ha3 und Ha4 zum Flugplatz Walldürn und der festgelegten Platzrunde, sind diese WEA aus Sicht der aerodynamischen Effekte als kritisch (WEA Hö1, Hö2 und Ha3) bzw. (WEA Ha1 und Ha4) ungünstig anzusehen.

VI.4.6 Obwohl die Windrichtung zumindest bei Tag anhand der Rotorstellung der WEA klar erkennbar ist, lässt sich nach aktuellem Kenntnisstand nicht ausschließen, dass bei ungünstigen Winden aus östlichen und südlichen Richtungen negative Auswirkungen auf Luftfahrzeuge im Platzrundenflug auftreten können.

⁴⁸ Unter Berücksichtigung eines Turbulenzbereich bis zur Höhe der WEA zuzüglich 15% des Rotordurchmessers.

⁴⁹ Der angenommen 250 m-Toleranzbereich basiert auf dem 400 m-Schutzbereich für den Gegenanflug einer Platzrunde, welchem ein 250 m-Toleranzbereich zzgl. 150 m Mindestabstand zu Hindernissen zugrunde liegt.

⁵⁰ Bspw., wenn der sichere Überflug nicht gewährleistet werden kann.

VI.4.7 Insofern werden risikomindernde Maßnahmen empfohlen, um die Gefährdung durch aerodynamische Effekte im Nachlauf der WEA entgegen zu wirken. Sofern keine geeigneten Maßnahmen (bspw. Windrichtungsabhängige Abschaltung) getroffen werden können, wird empfohlen, vom Bau der kritischen WEA Hö1, Hö2 und Ha3 abzusehen.

VII Zusammenfassung und Empfehlungen

- VII.1 In der Nähe des Flugplatzes Walldürn ist die Ausweisung von Windparkpotenzialflächen und die Errichtung von sechs Windenergieanlagen (WEA) durch die ZEAG Energie AG (Heilbronn) geplant. Diese WEA würden mit einer Höhe von bis zu 229.3 m über Grund allgemeine Luftfahrthindernisse darstellen.
- VII.2 Für den Sichtflugbetrieb am Flugplatz Walldürn stellt eine gefährliche Annäherung eines Luftfahrzeugs (LFZ) an eine WEA eine mögliche Gefahr dar, weshalb die Auswirkungen der WEA auf die flugbetriebliche Sicherheit untersucht wurden.
- VII.3 Für den vorherrschenden Flugbetrieb wurden verschiedene Szenarien untersucht, die zu einer gefährlichen Annäherung führen können. Diese umfassen u.a. Platzrundenflüge sowie An- und Abflüge. Für jede Gefahr wurden auf Basis von Berechnungen und Expertenmeinungen die Auswirkungen dieser potenziell unsicheren Situation beurteilt und Risiken für jedes Szenario bewertet.
- VII.4 Aufgrund der Nähe zum Flugplatz Walldürn bestehen für einzelne WEA bzw. Teile des Windvorranggebietes erhöhte oder inakzeptabel hohe Risiken.
- VII.5 Für die weitsichtige Ausbauplanung des Flugplatzes wurde ferner eine erste Abschätzung für potenzielle satellitengestützte Instrumentenanflugverfahren durchgeführt. Es zeigt sich, dass die geplanten WEA Auswirkungen auf die Anflugminima (OCA/H) haben würden.
- VII.6 Zusätzlich wurden mögliche Auswirkungen von aerodynamischen Effekten (bspw. Turbulenzen, Winddefizit, Blattspitzenwirbel, etc.) im Nachlauf der WEA auf die flugbetriebliche Sicherheit, betrachtet. Es kann davon ausgegangen werden, dass aerodynamische Effekte im Nachlauf der geplanten WEA das flugbetriebliche Risiko teilweise stark erhöhen würden.
- VII.7 Es wird empfohlen, vom Bau einzelner WEA (WEA Hö1 und Ha3) abzusehen und weitere WEA nach Möglichkeit im Standort (WEA Hö2) anzupassen.
- VII.8 Darüber hinaus können aerodynamische Effekte im Nachlauf der geplanten WEA das flugbetriebliche Risiko erhöhen. Insofern sollten für weitere WEA (neben o.g. WEA auch für WEA Ha1 und Ha4) weiterführenden Maßnahmen (bspw. Windrichtungsabhängige Abschaltung) in Betracht gezogen werden. Sofern keine geeigneten Maßnahmen getroffen werden können, wird empfohlen, auch vom Bau der WEA Hö2 abzusehen.
- VII.9 Es wird zur Gewährleistung der flugbetrieblichen Sicherheit von einer Tag- und Nachtkennzeichnung gemäß nationalen Vorschriften sowie Veröffentlichung der WEA im AIP ausgegangen. Zusätzlich sollte auf die WEA sowie über die Thematik der aerodynamischen Effekte im Nachlauf von WEA im Luftsportverein am Flugplatz hingewiesen werden.

Abkürzungsverzeichnis

AIP	Aeronautical Information Publication
ARP	Airport Reference Point
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift
BAZL	Bundesamt für Zivilluftfahrt
BMVBS	Bundesministerium für Verkehr, Bau und Stadtentwicklung
CAA UK	Civil Aviation Authority (United Kingdom)
GIS / CAD	Geographische Informationssysteme / Computer-Aided Design
CAP	Civil Aviation Publication
DFS	Deutsche Flugsicherung GmbH
DLR	Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt
EASA	European Aviation Safety Agency
ETRS89	Europäisches Terrestrisches Referenzsystem 1989
FH	Fachhochschule
FL	Flight Level
GmbH	Gesellschaft mit beschränkter Haftung
IAS	Indicated Air Speed
ICAO	International Civil Aviation Organization
IFR	Instrument Flight Rules (Instrumentenflugregeln)
LFZ	Luftfahrzeug
LSG	Luftsportgruppe
MSL	Main Sea Level
MW	Megawatt
NHN	Normalhöhennull
NM	Nautische Meile
PANS-OPS	Procedures for Air Navigation Services – Aircraft Operations
PPR	Prior Permission Required
SERA	Standardised European Rules of the Air
SLP	Sonderlandeplatz
UTM	Univesal Transversal Mercator
VFR	Visual Flight Rules (Sichtflugregeln)
WEA	Windenergieanlage
WGS84	World Geodetic System 1984