



Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord
Postfach 20 03 61 | 56003 Koblenz

CPC Germania
Johannes Leugers
Max-Born-Str. 1
48431 Rheine



REGIONALSTELLE
GEWERBEAUFICHT

Stresemannstraße 3-5
56068 Koblenz
Telefon 0261 120-0
Telefax 0261 120-2171
poststelle@sgdnord.rlp.de
www.sgd nord.rlp.de

13.05.2024

Mein Aktenzeichen
23/01/5.1/2024/0083/Sfr
Bitte immer angeben!

Ihr Schreiben vom
15.04.2024

Ansprechpartner/-in / E-Mail
Thomas Schäfer
Thomas.Schaefer@sgdnord.rlp.de

Telefon / Fax
0261 120-2061
0261 120-2171

Vollzug des Bundes-Immissionsschutzgesetzes (BImSchG)

Anzeigeverfahren nach § 15 BImSchG

Sehr geehrte Damen und Herren,

Ihre Anzeige vom 15.04.2024 mit den beigefügten Unterlagen ist am 18.04.2024 hier eingegangen.

Die Anzeige betrifft die Änderung folgender Anlagen:

Anlagen-Nr.	Hersteller, Typ	Leistung	NH	RD	Gemarkung	Flur	Flurstück
WKA 1 210573	Vestas V112	3,3 MW	119 m	112 m	Kaifenheim	3	158/1
WKA 2 210574	Vestas V112	3,3 MW	119 m	112 m	Kaifenheim	3	136
WKA 3 210572	Vestas V112	3,3 MW	94 m	112 m	Kaifenheim	6	39



Genehmigung der Kreisverwaltung Cochem-Zell
vom 27.03.2015
Aktenzeichen: BIM-K 0622/2013

Gegenstand der Änderung:

Nachrüstung der WKA auf bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung gem. Schreiben des LBM vom 26.01.2024 und den zugehörigen Unterlagen.

Gemäß § 15 Abs. 2 BImSchG wird festgestellt, dass die oben genannte Änderung der Anlage keiner Genehmigung nach § 16 BImSchG bedarf.

Sie werden gebeten, die Umsetzung der angezeigten Maßnahmen nach deren Abschluss der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Referat 21a (als Genehmigungsbehörde) und Referat 23, Regionalstelle Gewerbeaufsicht Koblenz (als Fachbehörde) mitzuteilen.

Hinweis:

Im Rahmen des Anzeigeverfahrens nach § 15 BImSchG werden die Zulässigkeit des Vorhabens nach anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften sowie die Belange des Arbeitsschutzes nicht geprüft. Dieser Bescheid enthält wegen der fehlenden Konzentrationswirkung des § 15 BImSchG keine weiteren nach anderen öffentlich-rechtlichen Vorschriften erforderlichen Entscheidungen. Diese sind bei den jeweils zuständigen Behörden zu beantragen.

Begründung:

Die Windpark Kaifenheim GmbH & Co. KG, Max-Born-Straße 1, 48431 Rheine betreibt in der Gemarkung Kaifenheim die v. g. Anlagen zur Nutzung von Windenergie nach Nr. 1.6.2 V des Anhangs 1 der Vierten Verordnung zum Bundes-Immissionsschutzgesetz (4. BImSchV).

Mit Schreiben vom 15.04.2024, hier eingegangen am 18.04.2024, wurde gemäß § 15 Abs. 1 BImSchG die Änderung der o.g. Anlagen angezeigt.

Im Einzelnen ist beabsichtigt die Windkraftanlagen auf die gesetzlich geforderte bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung umzurüsten.



Die erforderliche Zustimmung des Landesbetriebs Mobilität Rheinland-Pfalz, Fachgruppe Luftverkehr (Datum: 26.01.2024, Az.: VIII-4.12.9.3.73a/07) wurde vom Betreiber vorher eingeholt und ist Bestandteil der Anzeige.

Gemäß § 15 Abs. 1 BImSchG ist die Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage, sofern eine Genehmigung nicht beantragt wird, der zuständigen Behörde mindestens einen Monat, bevor mit der Änderung begonnen werden soll, schriftlich anzuzeigen, wenn sich die Änderung auf die in § 1 BImSchG genannten Schutzgüter auswirken kann.

Die zuständige Behörde hat gemäß § 15 BImSchG unverzüglich zu prüfen, ob die Änderung der Genehmigung bedarf. Nach § 16 Abs. 1 BImSchG bedarf dabei die Änderung der Lage, der Beschaffenheit oder des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage der Genehmigung, wenn durch die Änderung nachteilige Auswirkungen hervorgerufen werden können und diese für die Prüfung nach § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG erheblich sein können. Eine Genehmigung ist stets erforderlich, wenn die Änderung oder Erweiterung des Betriebs einer genehmigungsbedürftigen Anlage für sich genommen die Leistungsgrenzen oder Anlagengrößen des Anhangs 1 der Verordnung über genehmigungsbedürftige Anlagen erreichen. Eine Änderung, die danach nicht schon wegen ihrer Größe/Kapazität der Genehmigungspflicht unterliegt, bedarf also insbesondere dann der Genehmigung, wenn durch sie schädliche Umwelteinwirkungen, sonstige Gefahren, erhebliche Nachteile oder erhebliche Belästigungen für die Allgemeinheit und die Nachbarschaft hervorgerufen werden können.

Die Prüfung der Anzeige hat im vorliegenden Fall ergeben, dass die Änderung keiner Genehmigung bedarf. Durch die angezeigte Änderung werden für sich genommen keine Leistungs- oder Kapazitätsgrenzen nach dem Anhang 1 der 4.BImSchV erreicht oder überschritten. Die Auswirkungen auf die Schutzgüter sind offensichtlich gering und die Erfüllung der sich aus § 6 Abs. 1 Nr. 1 BImSchG ergebenden Anforderungen ist sichergestellt.

Die sachliche und örtliche Zuständigkeit der Struktur- und Genehmigungsdirektion Regionalstelle Koblenz ergibt sich aus § 1 Abs. 1 und Ziffer 1.1.6 der Anlage zu § 1 der Landesverordnung über Zuständigkeiten auf dem Gebiet des Immissionsschutzes (ImSchZuVO) in Verbindung mit § 1 Abs. 1 Landesverwaltungsverfahrensgesetz (LVwVfG) und § 3 Abs. 1 Ziffern 1 und 2 Verwaltungsverfahrensgesetz (VwVfG).



Kostenfestsetzung:

Kostenfestsetzung ergeht wie gewünscht an die Windpark Kaifenheim GmbH & Co. KG.

Rechtsbehelfsbelehrung:

Gegen diesen Bescheid kann innerhalb eines Monats nach Bekanntgabe Widerspruch erhoben werden.

Der Widerspruch ist bei der Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord einzulegen.

Der Widerspruch kann

1. schriftlich, durch Einreichung eines elektronischen Dokuments oder zur Niederschrift bei der

Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord,
Stresemannstr. 3-5, 56068 Koblenz
oder Postfach 20 03 61, 56003 Koblenz

oder

2. durch E-Mail mit qualifizierter elektronischer Signatur¹ an:

SGDNord@Poststelle.rlp.de

erhoben werden.

Bei der Verwendung der elektronischen Form sind besondere technische Rahmenbedingungen zu beachten, die auf der Homepage der SGD Nord unter <https://sgdnord.rlp.de/de/service/elektronische-kommunikation/> aufgeführt sind.

Fußnote:

¹vgl. Artikel 3 Nr. 12 der Verordnung (EU) Nr. 910/2014 des Europäischen Parlaments und des Rates vom 23. Juli 2014 über elektronische Identifizierung und Vertrauensdienste für elektronische Transaktionen im Binnenmarkt und zur Aufhebung der Richtlinie 1999/93/EG (ABl. EU Nr. L 257 S. 73).



Eine Durchschrift dieses Schreibens einschließlich der Anzeige mit Unterlagen erhält die Struktur- und Genehmigungsdirektion Nord, Referat 21a, Regionalstelle Koblenz als Genehmigungsbehörde zur Kenntnis.

Mit freundlichen Grüßen
im Auftrag

Thomas Schäfer

Anlage:

1x Anzeigeunterlagen

Formular 1.0 - Anzeige einer Änderung

- ☒ Anzeige nach § 15 Abs. 1 Bundes-Immissionsschutzgesetz (BImSchG)
- ☐ beinhaltet mögliche störfallrelevante Änderungen gem. § 15 Abs. 2a BImSchG
 - ☐ beinhaltet Änderung von Abwasser- oder Abfallströmen
 - ☒ beinhaltet Änderung von Anlagen oder den Umgang mit wassergefährdenden Stoffen
- ☐ Anzeige nach § 4 Abs. 5 TEHG

Angaben zum Betreiber

Arbeitsstätten- Nr.:	Ansprechperson: Johannes Leugers
Vorgangs-Nr. (Codier-Nr.):	Telefon-Nr.: 05971860854
	E-Mail: jleugers@cpc-germania.com
Postanschrift (Straße, Haus-Nr., PLZ, Ort): Max-Born-Straße 1, 48431 Rheine	

Angaben zur Anlage

Anlagen-Nr. ^(a) :		
Bau-Nr:		
Bezeichnung und Zweck der Anlage: 3 Stück Winergieanlage Vestas V112 – 3,3 MW		Nr. Anhang 1/2 der 4. BImSchV: mmmm
Nr. Anhang 1 Teil 2 zum TEHG:	Nr./Spalte Anlage 1 zum UVPG:	Kapazität der Gesamtanlage:
zutreffende BVT-Schlussfolgerungen/sectorale Verwaltungsvorschrift:		Nr. Anhang 1 der PRTR-VO:

Anzeige

Bezeichnung und Zweck des Vorhabens ^(b)	Umrüstung auf eine BNK der Firma Lightguard
Kapazität der Anlage/des Anlagenteils vor Änderung	Keine Änderung
Kapazität der Anlage/des Anlagenteils nach Änderung	Keine Änderung
Betroffene Anlagen bei störfallrelevanter Änderung (Formulare Nr. 8.1, 8.2 und 8.3 beifügen)	Keine Änderung
Angaben zu Abwasser- oder Abfallströmen vor und nach Änderung (Formulare Nr. 3, 4, und Fließbild zudem für Abfall 9.1, 9.2, für Abwasser 9.3, 9.3A und Blockfließbild Abwasserteilströme beifügen)	Keine Änderung
Angaben zu wassergefährdenden Stoffen vor und nach Änderung	Keine Änderung

Formular 1.0 - Anzeige einer Änderung

Standort der Anlage

Bezeichnung des Werks, in dem die Anlage geändert werden soll	Windpark Kaifenheim	
PLZ, Ort:	Straße, Haus-Nr.:	
Ortsteil/Gemarkung: Kaifenheim	Flur: 3 und 6	Flurstück: 136, 158/1 und 39 (Flur 6)

Es wird Bezug genommen auf^(c):

☒	Genehmigung bzw. Anzeige nach § 67 Abs. 2 BImSchG vom/Az. betreffend	BIM-K 0622/2013
☐	Letzte Änderungsgenehmigung/ Anzeige nach § 15 Abs. 1 BImSchG vom/Az. betreffend	

Errichtungskosten der/ des zu ändernden Anlage/ Anlageteils (einschließlich Umsatzsteuer):

(EUR)	davon Entwicklungs- und Planungskosten (EUR)
79.510	5.400 (Standortgutachten)

Geänderte Unterlagen:

Folgende Unterlagen betreffend die Änderung^(d) sind	beige-fügt	nicht erfor-derlich	Anlage/Register	Anzahl Seiten	Stand vom
Ansprechperson	☐	☒	Anlage 1		
Anlagen- und Betriebsbeschrei-bung	☐	☒	Anlage 2		
Lageplan (mit Umgebungsbebau-ung)	☐	☒			
Schematische Darstellung (Fließ-bild) ⁽¹⁰⁾	☐	☒	Anlage 3		
Anlagedaten	☐	☒	Formular 3		
Gehandhabte Stoffe	☐	☒	Formular 4		

Formular 1.0 - Anzeige einer Änderung

Folgende Unterlagen betreffend die Änderung^(d) sind	beige- fügt	nicht erfor- derlich	Anlage/Register	Anzahl Seiten	Stand vom
Gehandhabte wassergefährdende Stoffe	☐	☒	Formular 4a		
Maschinenaufstellungsplan ⁽¹¹⁾	☐	☒			
Betriebsablauf/ Einleiterdaten (Luftdaten je Abgasstrom)	☐	☒	Formular 5.1		
Betriebsablauf/ Emissionsdaten (je Quelle)	☐	☒	Formular 5.2		
Verzeichnis der Emissionsquellen (Luftverunreinigungen)	☐	☒	Formular 6.1		
Verzeichnis der Treibhausgas- quellen nach TEHG	☐	☒	Formular 6.2		
Verzeichnis der lärmrelevanten Aggregate	☐	☒	Formular 7		
Angaben zum Betriebsbereich (12. BImSchV)	☐	☒	Formular 8.1		
Angaben zu gehandhabten ge- fährlichen Stoffen (12. BImSchV)	☐	☒	Formular 8.2		
Angaben zum angemessenen Sicherheitsabstand (12. BIm- SchV)	☐	☒	Formular 8.3		
Angaben zu den Abfällen	☐	☒	Formular 9.1		
Entsorgungsbestätigung ¹	☐	☒	Formular 9.2		
Angaben zu geänderten Neben- produkten und Abfällen	☐	☒			
Angaben zum Abwasser	☐	☒	Formular 9.3		

¹ Abgabe spätestens bei Inbetriebnahme



Formular 1.0 - Anzeige einer Änderung

Folgende Unterlagen betreffend die Änderung^(d) sind	beige- fügt	nicht erfor- derlich	Anlage/Register	Anzahl Seiten	Stand vom
Angaben zur Abwasserbehand- lung	☐	☒	Formular 9.3A		
Blockfließbild Abwasserteilströ- me ⁽¹⁶⁾	☐	☒			
Genehmigung nach § 60 WHG i.V.m. § 62 LWG	☐	☒			
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.1		
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.2		
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.3		
Angaben zum Brandschutz	☐	☒	Formular 11.1		
Angaben zum Brandschutz	☐	☒	Formular 11.2		

Datum und Unterschrift:

Ort, Datum	Rechtsverbindliche Unterschrift(en) des Vorhabenträgers
Rheine, 27.01.2024	

Formular 1.0 - Anzeige einer Änderung

Folgende Unterlagen betreffend die Änderung^(d) sind	beige- fügt	nicht erfor- derlich	Anlage/Register	Anzahl Seiten	Stand vom
Angaben zur Abwasserbehand- lung	☐	☒	Formular 9.3A		
Blockfließbild Abwasserteil- ströme ⁽¹⁶⁾	☐	☒			
Genehmigung nach § 60 WHG i.V.m. § 62 LWG	☐	☒			
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.1		
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.2		
Angaben zum Arbeitsschutz	☐	☒	Formular 10.3		
Angaben zum Brandschutz	☐	☒	Formular 11.1		
Angaben zum Brandschutz	☐	☒	Formular 11.2		

Datum und Unterschrift:

Ort, Datum	Rechtsverbindliche Unterschrift(en) des Vorhabenträgers
Rheine, 15.04.2024	



**LANDESBETRIEB
MOBILITÄT
RHEINLAND-PFALZ**

**FACHGRUPPE
LUFTVERKEHR**

LBM RLP - Fachgruppe Luftverkehr - Gebäude 667C - 55483 Hahn-Flughafen

Windpark Kaifenheim GmbH & KG
Max-Born-Straße 1
48431 Rheine

ausschließlich per E-Mail an:
jleugers@cpc-germania.com

Ihre Nachricht:
vom 20.01.2022

Unser Zeichen:
(bitte stets angeben)
VIII-4.12.9.3.73a/07

Ihr Ansprechpartner:
Alberto Janus
E-Mail:
alberto.janus@lbm.rlp.de

Durchwahl:
06543/8780-1654
Fax:

Datum:
26.01.2024

Luftfahrthindernisse in Rheinland-Pfalz

Anfrage auf luftverkehrsrechtliche Prüfung zur Zulassung einer bedarfsgesteuerten Nacht-kennzeichnung (BNK) an 3 Windenergieanlagen Windpark Kaifenheim, Gemarkung Kaifenheim

Sehr geehrte Damen und Herren,

Ihre Anfrage vom 20.01.2022 auf luftverkehrsrechtliche Prüfung zur Zulassung eines BNK-Systems an 3 Windenergieanlagen Windpark Kaifenheim, Gemarkung Kaifenheim haben wir mit folgendem Ergebnis geprüft.

Aus zivilen Hindernisgründen bestehen keine luftverkehrsrechtlichen Bedenken gegen die Installation und Inbetriebnahme des beschriebenen BNK-Systems light:guard-System der Firma Light:Guard GmbH an die Windenergieanlagen

- WEA 03, Seriennummer 210572
 - Gemarkung Kaifenheim, Flur 6, Flurstück 39,
 - Koordinaten N 50.2469, E 7.24328,
 - luftverkehrsrechtliche Zustimmung vom 17.02.2014, unter dem Zeichen VIII/15-1903-73a/07,
 - immissionsschutzrechtliche Genehmigung der Kreisverwaltung Cochem-Zell vom 27.03.2015 unter dem Zeichen BIM-K 0622/2013,
 - veröffentlicht durch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH unter der Objektbezeichnung ENR 5.4 - Rheinland-Pfalz Nr. 404,

Besucher:
Gebäude 667C
55483 Hahn-Flughafen

Fon: (06543) 8780-1640
Fax: (0261) 291412217
Web: lbm.rlp.de

Konto des LBM RP:
Rheinland-Pfalz Bank
(LBBW)
IBAN:
DE23600501017401507624
BIC: SOLADEST600

Geschäftsführer:
Franz-Josef Theis
Stellvertreter:
N.N.



Rheinland-Pfalz

- WEA 01, Seriennummer 210573
 - Gemarkung Kaifenheim, Flur 3, Flurstück 158/1,
 - Koordinaten N 50.2521, E 7.23919,
 - luftverkehrsrechtliche Zustimmung vom 17.02.2014, unter dem Zeichen VIII/15-1903-73a/07,
 - immissionsschutzrechtliche Genehmigung der Kreisverwaltung Cochem-Zell vom 27.03.2015 unter dem Zeichen BIM-K 0622/2013,
 - veröffentlicht durch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH unter der Objektbezeichnung ENR 5.4 - Rheinland-Pfalz Nr. 404,

- WEA 02, Seriennummer 210574
 - Gemarkung Kaifenheim, Flur 3, Flurstück 136,
 - Koordinaten N 50.2500, E 7.24409,
 - luftverkehrsrechtliche Zustimmung vom 17.02.2014, unter dem Zeichen VIII/15-1903-73a/07,
 - immissionsschutzrechtliche Genehmigung der Kreisverwaltung Cochem-Zell vom 27.03.2015 unter dem Zeichen BIM-K 0622/2013,

- veröffentlicht durch die DFS Deutsche Flugsicherung GmbH unter der Objektbezeichnung ENR 5.4 - Rheinland-Pfalz Nr. 404,

Wir weisen darauf hin, dass zum Zeitpunkt der BNK-Aktivierung die Nachtkennzeichnung der Windenergieanlagen gemäß Anhang 6 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24.04.2020 (BA nz AT 30.04.2020 B4) alle Anforderungen der AVV erfüllen und mit einer dauerhaft aktivierten Infrarotkennzeichnung kombiniert werden muss.

Mit freundlichen Grüßen

Im Auftrag

Alberto Janus

Dieses Schreiben ist maschinell erstellt und ohne Unterschrift gültig.

Vollmacht

Die Windpark Krusemark Verwaltungs GmbH mit dem Sitz in Rheine (Amtsgericht Steinfurt, HRB 6817) ist die alleinvertretungsberechtigte persönlich haftende Gesellschafterin der **Windpark Kaifenheim GmbH & Co. KG**, Max-Born-Straße 1, 48431 Rheine eingetragen im Handelsregister des Amtsgerichts Steinfurt, HRA 6298 (nachfolgend „**Gesellschaft**“).

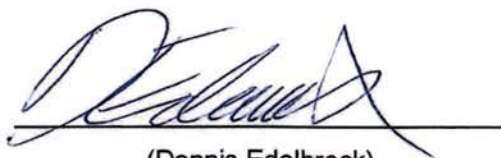
Als einzelvertretungsberechtigter Geschäftsführer der Windpark Krusemark Verwaltungs GmbH bevollmächtige ich hiermit

Herrn Johannes Leugers, geboren am 22.06.1975,
dienstansässig Max-Born-Straße 1, 48431 Rheine,
die Gesellschaft gegenüber Behörden und sonstigen Dritten im Zusammenhang mit der Genehmigung und Einrichtung einer Bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung der von der Gesellschaft betriebenen Windenergieanlage(n) umfassend zu vertreten.

Der Bevollmächtigte ist insofern insbesondere berechtigt, Erklärungen für die Gesellschaft sowohl mündlich als auch schriftlich abzugeben und an die Gesellschaft gerichtete Erklärungen entgegenzunehmen.

Rheine, 20.12.2021

Windpark Kaifenheim GmbH & Co. KG
durch Windpark Krusemark Verwaltungs GmbH



(Dennis Edelbrock)



light:guard Systembeschreibung

Last Modified:

2020-09-17

Light:Guard GmbH

Krendelstr. 32, 30916 Isernhagen OT
Altwarmbüchen, Germany

phone: +49 511 474048-30

fax: +49 511 474048-19

www.light-guard.com

info@light-guard.com



Created By:

Name: Jon Galdeano

E-Mail: jon.galdeano@quantec-group.com

Date: 2020-09-11

Last Modified By:

Name: Jon Galdeano

E-Mail: jon.galdeano@quantec-group.com

Date: 2020-09-17

Revision: 13

Content

1	Abkürzungen	4
2	Einführung	4
3	Funktion	4
4	Komponenten	5
5	light:guard-Empfänger	6
6	MLAT-Server	6
7	Quantec Datenzentrum	7
7.1	QUAD	7
7.2	GUI	7
8	LCU-T	7
9	Sicherheitskonzept	7
10	Referenzen	7

1 Abkürzungen

Abkürzung	Beschreibung
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
BNK	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
LCU-T	Light Control Unit, Transponder Version
LCU	Light Control Unit
IF	Interface / Schnittstelle
MLAT	Multilateration
OEM	Original Equipment Manufacturer
QUAD	Quantec Area Distributor
SCADA	Supervisory Control and Data Acquisition
WAN	Wide Area Network
LTE	Long Term Evolution 4G Mobilfunkstandard
WEA	Windenergieanlage

2 Einführung

Das Ziel zur Einführung der bedarfsgerechten Nachtkennzeichnung ist es, dass Lichtimmissionen deutlich reduziert werden. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung ist bereits seit 2015 zugelassen. Seit der Einführung des § 9 Abs. 8 Erneuerbaren-Energie-Gesetz (EEG 2017) besteht ab Mitte 2021 eine Ausstattungspflicht für alle kennzeichnungspflichtigen Windenergieanlagen, die eine Förderung nach dem EEG erhalten. Die bedarfsgerechte Nachtkennzeichnung für Neu-, aber auch für rund 17.500 Bestandsanlagen wird vor diesem Hintergrund in den nächsten Jahren von großer Relevanz sein. Die Anforderungen an BNK-Systeme sind in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV) festgehalten (siehe Ref /1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020). Sie steuert den Ein- und Abschaltvorgang der Windenergieanlagenbefehrerung, sodass diese nur noch im Falle eines sich nähernden Luftfahrzeugs wieder angeschaltet werden. Die AVV-Novelle sieht unter anderem Lösungen vor, welche die von Luftfahrzeugen ausgesendeten Transpondersignale zur Aktivierung der Nachtkennzeichnung verwenden. Neue und bestehende Windparks müssen einer technischen Analyse unterzogen werden, um festzustellen, ob sie die Anforderungen der AVV erfüllen. Wenn dies nicht der Fall ist müssen die Voraussetzungen zur Erfüllung der Anforderungen bis zum 30.06.2021 geschaffen werden.

3 Funktion

light:guard ist ein transponderbasiertes BNK-System. Jedes Flugobjekt, das sich nachts im deutschen Luftraum aufhält, ist verpflichtet, mit einem an Bord verbauten Transponder ein Signal auszusenden, welches von den Transpondempfängern des Systems detektiert wird.

Die empfangenen Signale werden mit Zeitstempeln im Nanosekundenbereich und mit der Position des Empfängers versehen. Position und Zeit der Empfänger werden über ein eingebautes LTE-Modem oder

eine bereits vorhandene Kommunikationsinfrastruktur manipulationssicher zum MLAT-Server übermittelt. Anhand der Zeitdifferenzen der empfangenen Signale und Entfernungsunterschiede der Empfänger wird die Position des Senders berechnet, ähnlich dem GPS-Prinzip. Der MLAT-Server übermittelt dann die Daten an das Datenzentrum, wo der Quantec Area Distributor (QUAD) die Positionen der Flugobjekte, mit denen der Windparks abgleicht. Der QUAD sendet dann ein Signal an die in die Windparkinfrastruktur eingebundene Light Control Unit (LCU), wenn sich ein Flugobjekt im Luftraum des Windparks befindet. Die LCU gibt den entsprechenden Befehl über die Kommunikationsinfrastruktur im Windpark an die Flugbefehrsung weiter.

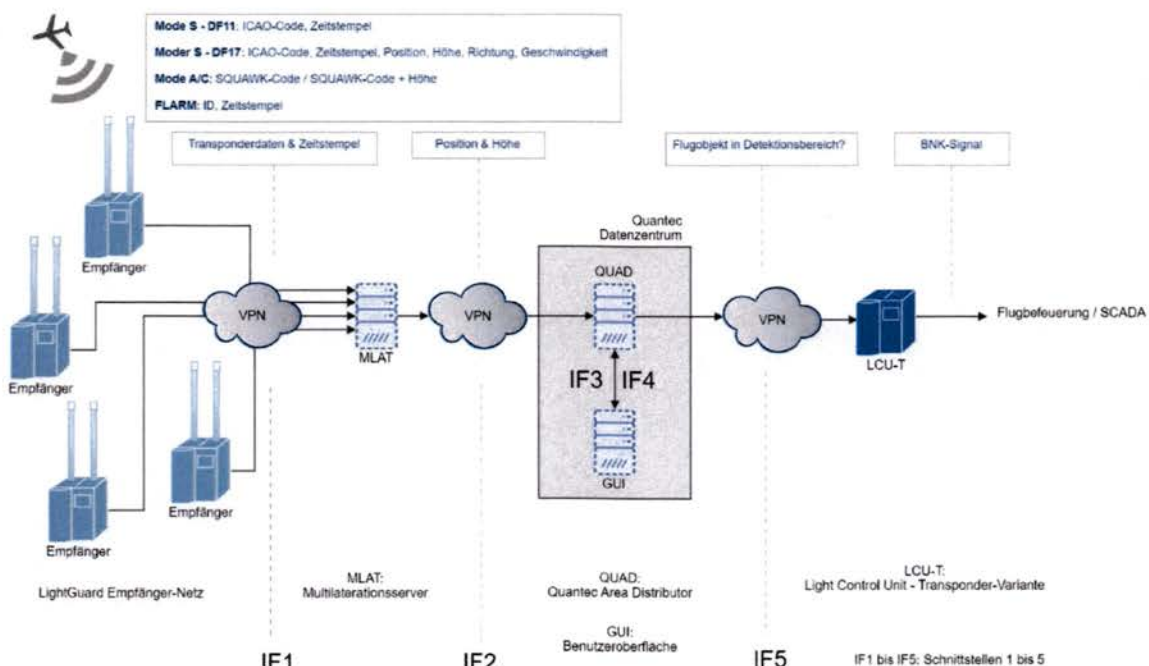
Genauer gesagt unterdrückt das System die Einschaltung der Flugbefehrsung der WEA, wenn keine Detektion eines Flugobjektes in der Nähe des Windparks erfolgt. Wenn das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum erkennt, wird die Unterdrückung aufgehoben, so dass die Flugbefehrsung wieder eingeschaltet wird. Die Unterdrückung wird ebenfalls aufgehoben, wenn ein Flugobjekt detektiert, aber dessen Position nicht bestimmt werden kann. Die Empfänger können Signale von Mode S-, Mode A/C- oder FLARM-Transpondern detektieren.

4 Komponenten

Das light:guard-System besteht aus den folgenden Komponenten:

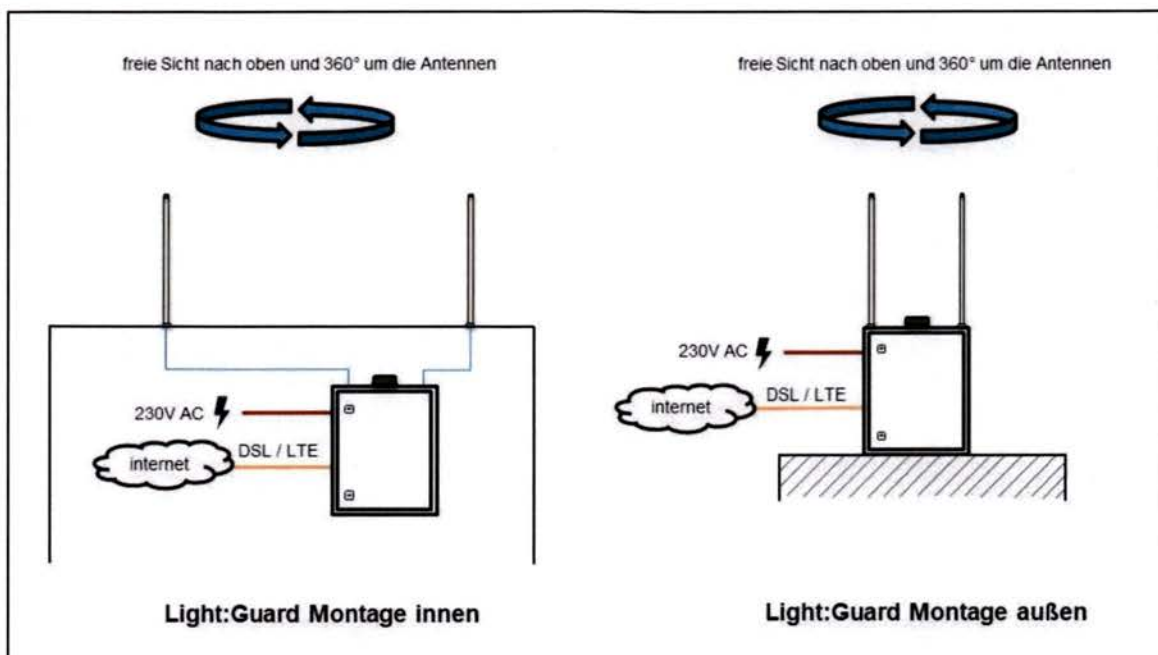
- light:guard-Empfänger
- MLAT-Server
- Quantec Datenzentrum
 - QUAD: Quantec Area Distributor
 - GUI: Graphical User Interface / Benutzeroberfläche
- LCU-T: Light Control Unit / Steuereinheit

Die folgende Skizze stellt die Funktionsweise des light:guard-Systems schematisch dar:



5 light:guard-Empfänger

Die Einbaumöglichkeiten des Empfängers sind vielfältig, solange die Stromversorgung des Empfängers sichergestellt ist und die Antennen freie Sicht haben. Mögliche Installationsorte sind z.B. Dächer von Gebäuden, an Funkmasten, in Gondeln von Windenergieanlagen oder auf deren Gondeldächern. Die light:guard-Empfänger sind Schaltschränke mit Schutzklasse IP66, die auch für die Außenmontage geeignet sind. Sie detektieren Funksignale mit einer Frequenz von 1090 MHz und sind mit zwei Empfängermodulen und zwei Antennen ausgestattet, um Redundanz zu gewährleisten. Am Empfänger ist eine GPS und LTE-Kombiantenne angeschlossen. Optional kann bei Bedarf zusätzlich eine Antenne zur Detektion von FLARM Signalen (Frequenz von 868 MHz) angeschlossen werden.



6 MLAT-Server

Der MLAT-Server erhält die Daten von allen light:guard-Empfängern und führt die Multilateration durch. Multilateration ist eine bekannte und erprobte Methode in der Luftfahrt, mit der die Position eines Flugobjektes kalkuliert wird, indem die unterschiedlichen Ankunftszeiten des gleichen Funksignals an verschiedenen Empfängern genutzt werden. Da der Sendezeitpunkt des Signals unbekannt ist, und drei Raumkoordinaten des Flugobjektes berechnet werden müssen, um seine exakte Position zu bestimmen, ist es erforderlich, dass in einem Multilaterationsalgorithmus mindestens 4 Empfänger ein Signal empfangen. Das MLAT-Ergebnis wird dann via WebSocket-Protokoll an den QUAD gesendet.

$$r = \sqrt{((x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2)} = (t_E - t_A) \times c$$

r	Entfernung zum Empfänger
x_i, y_i, z_i	Koordinaten des Empfängers
x, y, z	Koordinaten des Flugobjektes
t_E	Sendezeitpunkt
t_A	Empfangszeitpunkt
c	Übertragungsgeschwindigkeit

7 Quantec Datenzentrum

7.1 QUAD

Der Quantec Area Distributor (QUAD) ist eine softwarebasierte Komponente, die eine sehr hohe Anzahl an Daten von Flugobjekten empfängt, nicht relevante Daten rausfiltert und die relevanten Daten mit den Positionen der zutreffenden Windparks abgleicht. Der QUAD steuert dann die LCUs im Windpark an, sobald sich ein Flugobjekt im entsprechenden Wirkungsraum befindet.

7.2 GUI

Die Benutzeroberfläche (Graphical User Interface oder GUI) ist ein Werkzeug, das externen Benutzern, wie beispielsweise der Bundeswehr, den Zugriff zum BNK-System ermöglicht. Die Anmeldung erfolgt mit Nutzernamen und Passwort. Der Benutzer kann Flugbahnen visualisieren und das BNK-System ein- oder ausschalten.

8 LCU-T

Die LCU-T ist die im Windpark verbaute Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernisbefeu- rung. Dabei wird die Flughindernisbefeu- rung über eine individuell mit den Befeu- rungsherstellern entwi- ckelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Flughindernisbefeu- rung kann auf bis zu drei verschie- dene Netzwerke innerhalb des Windparks verteilt werden. Somit können auch Mischparks mit unterschied- lichen Herstellern über eine LCU-T angesteuert werden.

9 Sicherheitskonzept

Das light:guard-System hat ein Standardsicherheitskonzept für den Normalbetrieb und ein Sicherungsver- fahren (fall back) für sonstige Betriebsmodi wie unzureichende Daten oder Unterbrechung der Kommuni- kation. Das System verwendet unterschiedliche Methoden zur Aktivierung der Flugbefeu- rung je nach Erkennungsprinzip.

10 Referenzen

/1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthinder- nissen vom 24. April 2020

ZERTIFIKAT

für das Managementsystem nach

DIN EN ISO 9001:2015

Der Nachweis der regelkonformen Anwendung wurde erbracht.



Light:Guard GmbH
Krendelstr. 32
D-30916 Isernhagen

Geltungsbereich:

Dienstleister für die Vermarktung und den Betrieb von
transponderbasierten Systemen für die
bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung von Windenergieanlagen

Zertifikat-Registrier-Nr. **73 100 6862**

Zertifikat gültig von 2020-07-10 bis **2023-07-09**

Auditbericht-Nr. 4370 2120

Erstzertifizierung 2020-07-10



Deutsche
Akkreditierungsstelle
D-ZM-14137-01-00

D. Maub

Darmstadt, 2020-07-10
Zertifizierungsstelle des TÜV Hessen
– Der Zertifizierungsstellenleiter –

Zertifikat

Baumusterprüfung

Die DFS Aviation Services GmbH bestätigt hiermit, dass das System zur
bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung

Light Guard ADLS

der Organisation

Light:Guard GmbH

Krendelstraße 32, 30916 Isernhagen OT Altwarmbüchen

die Baumusterprüfung erfolgreich am 23. November 2020, gemäß des Anhangs 6
Nummer 2 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von
Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020 abgeschlossen hat. Die Erteilung dieses
Zertifikats unterliegt den beigefügten Bedingungen.

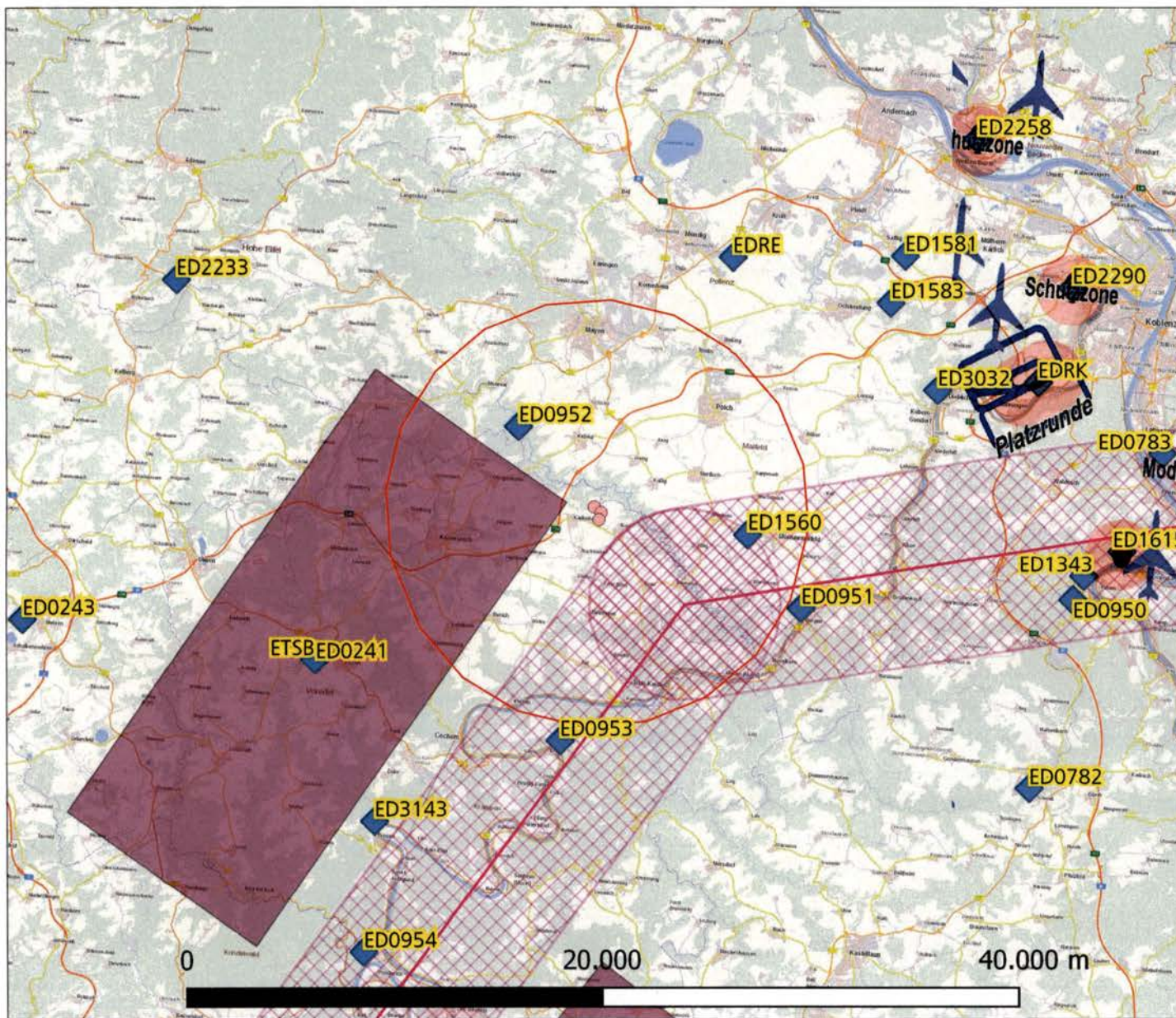
Langen, den 15.12.2020



i.V. Marco Kremmelbein
Head of Engineering
DFS Aviation Services GmbH



DFS Aviation Services



Legende

10 km

WP Kaifenheim



Luftverkehrsnetz

Airport

Waypoints

Drehfunkfeuer

Luftverteidigungsradare

Airspace

CTR

CTR-P

ATZ

D

R

RAS

TACAN - Funknavigationshilfe

TACAN Puffer 1km

Nachtflugsystem (NLFS)

NLFS 2.5NM Puffer

Light:Guard GmbH
Krendelstr. 32
D 30916 Isernhagen OT
Altwarmbüchen



Windpark Kaifenheim

Übersichtskarte

Luftverkehrsnetz

M 1:300.000

CRS ETRS89/ UTM 32N

Format DIN A4 297x210 mm

Plott: 07.05.2021

Zertifikat

Konformitätserklärung

light:guard-System

der Organisation

Light:Guard GmbH

die standortbezogenen Anforderungen am Standort

Kaifenheim

Im Windpark

Kaifenheim

Revision 01 - Ergänzung 00

gemäß des Anhangs 6 Nummer 3 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von
Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020 und flugbetrieblicher Bewertung.

Zertifikatsnummer: 0011

Dresden, 22. Januar 2024

DocuSigned by:

Willi Lehmann

16B85E260DB8418...

Willi Lehmann



Light:Guard GmbH
Krendelstr. 32
30916 Isernhagen

Telefon: +49 151 46382141

Windpark Kaifenheim GmbH & Co. KG
Max-Born-Straße 1
48431 Rheine

E-mail: joline.wauer@quantec-group.com
Website: www.light-guard.com

22. Januar 2024

Windpark Kaifenheim

Prüfung des Nachweises über die standortbezogene Erfüllung

Sehr geehrte Damen und Herren,

nachfolgend informieren wir Sie über die Prüfergebnisse der standortbezogenen Erfüllung der Anforderungen für die Ausstattung des o.g. Windparks mit einem System zur Bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung (BNK). Die durchgeführte Prüfung soll der Feststellung über die Zulässigkeit und dem Nachweis über die standortbezogene Erfüllung der Anforderungen des light:guard-Systems dienen.

Prüfkriterien	Erfüllungsgrad
Nachweis der Baumusterprüfung	erfüllt
Nachweis über die standortbezogene Erfüllung der Anforderungen auf Basis der Prüfkriterien	erfüllt
Erfüllung von Sonderauflagen gemäß Vorprüfung der Luftverkehrselemente	erfüllt
Nachweis ordnungsgemäßer Ausstattung mit IR-Befeuerung	erfüllt
Nachweis ordnungsgemäßer Installation	erfüllt
Nachweis ordnungsgemäßer Funktionsprüfung	erfüllt

Tabelle 1: Zusammenfassung der Prüfergebnisse

Aus der flugbetrieblichen Vorprüfung ergeben sich keine weiterführenden Auflagen für das BNK-System. Die Einbeziehung der Deutschen Flugsicherung DFS ist nicht notwendig. Eine Vermessung des Standorts wurde im Rahmen der standortspezifischen Prüfkriterien durchgeführt. Eine orographische Analyse wurde für die flugbetriebliche Bewertung erstellt. Die Prüfung des Nachweises über die standortbezogene Erfüllung hat ergeben, dass unter Vorbehalt der Zustimmung durch die zuständige Landesluftfahrtbehörde keine Bedenken gegen die Ausstattung des o.g. Windparks mit dem vorgesehenen BNK-System besteht.

Mit freundlichen Grüßen,

DocuSigned by:
A handwritten signature in black ink that reads "Willi Lehmann".
Willi Lehmann

Geschäftsführer

Begründung

Im Folgenden wird die Feststellung über die Zulässigkeit und dem Nachweis über die standortbezogene Erfüllung der Anforderungen des BNK-Systems der Firma Light:Guard GmbH am Standort begründet.

Dazu wird auf folgende Aspekte eingegangen:

1. Windenergieanlagen
2. Funktionsweise des BNK-Systems
3. Vorprüfung zur Zulässigkeit des BNK-Systems am Standort
4. Sonderauflagen gemäß Vorprüfung zur Zulässigkeit des BNK-Systems am Standort
5. Systembeschreibung
 - (a) Externe Aktivierung
 - (b) Infrarotbefeuern
6. Erfassung des Wirkraums
7. Aufzeichnung der Betriebszustände
8. Einbau des BNK-Systems (Installationsnachweise Prüfdokumentation)
9. Probetrieb
10. Wartungskonzept und Konzept zu Veränderungen im Windpark und in der Umgebung
11. Baumusterprüfung des BNK-Systems (siehe Antragsunterlagen, Anhang A)
12. Qualitätsmanagement des BNK-Herstellers (siehe Antragsunterlagen, Anhang B)
13. Standortbezogene Vermessung des BNK-Systems

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungsverzeichnis	5
1 Einleitung	6
2 Windenergieanlagen / Standortbeschreibung Windpark	6
3 Funktionsweise des Systems	8
4 Sonderauflagen gemäß Prüfung der luftverkehrsrechtlichen Belange zur Zulässigkeit des BNK-Systems am Standort	8
4.1 Nähe zu Flugplätzen	10
4.2 Flugkontrollzonen	10
4.3 Nachttiefflugsystem der Bundeswehr (NLFS)	10
4.4 Sonstige Sichtflugstrecken oder -korridore	10
5 Systemkomponenten und -architektur am Standort	11
5.1 light:guard-Empfänger	11
5.2 MLAT-Server	12
5.3 Quantec Datenzentrum	13
5.4 Schnittstelle für die Anbindung an die Befeuerung	13
6 Externe Aktivierung	14
7 Infrarotkennzeichnung	15
8 Beschreibung zur Ermittlung der Detektion	15
8.1 Erfassung des Wirkungsraums	15
8.2 Beurteilung von Abschattungsbereichen (Sichtfeldanalyse)	17
8.2.1 Allgemeine Erläuterung zum Verfahren	18

8.2.2	Parameterdefinition	18
8.2.3	Topografische Gegebenheiten / Abschattungsbereiche	19
8.2.4	Auswirkung der Detektion auf Luftverkehr	22
9	Aufzeichnung der Betriebszustände	22
10	Einbau des light:guard-Systems	22
11	Probetrieb / Funktionstest	22
12	Wartungskonzept	23
13	Zukünftige Umgebungsänderung	23
14	Baumusterprüfung des BNK-Systems	23
15	Qualitätsmanagement des BNK-Herstellers	24
16	Testbericht	24
16.1	Testprozess	24
16.1.1	Einleitung	24
16.1.2	Test	24
16.1.3	Testdaten	25
16.2	Testergebnisse	25
16.3	Ergebnisse	29
A	Zertifikat: Baumusterprüfung Light:Guard ADLS	30
B	Zertifikat: Qualitätsmanagement ISO 9001 Light:Guard	30
C	Light:Guard Systemwartung	30

List of Abbreviations

AGL Above Ground Level.

AVV Allgemeine Verwaltungsvorschrift.

BNK Bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung.

DFS Deutsche Flugsicherung.

GPS Global Positioning System.

GUI Graphical User Interface.

IRMA Isolated Receiver Module Approach.

LCU Light Control Unit.

LCU-T Light Controller Unit Version T.

LoS Line of Sight.

MLAT Multilateration.

QUAD Quantec Area Distributor.

WEA Windenergieanlage.

1 Einleitung

Im Rahmen der Baumusterprüfung durch eine vom BMVI benannte Stelle werden für das BNK System systembezogene Prüfkriterien festgelegt. Inhalt derer ist eine Aussage über die Eignung des Systems am entsprechenden Installationsstandort.

Um den Genehmigungsprozess abzuschließen, enthält die vorliegende Unterlage alle relevanten Prüfkriterien, inklusive Stellungnahme zur Installation, Funktionstest und Vermessungen des Standorts. Gemäß Baumusterprüfung der Deutsche Flugsicherung (DFS) Aviation Services GmbH ist vor Inbetriebnahme des Systems eine Funktionsprüfung in Form einer Vermessung des Standorts erforderlich. Die Ergebnisse gehen in die Nachweisführung dieses Dokuments mit ein.

Weiterhin soll die allgemeine luftverkehrsrechtliche Zulässigkeit des BNK Systems am Standort auf Basis der Kriterien der Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen [1], Anhang 6 Abschnitt 3 untersucht und bewertet werden. Ziel der Unterlage soll es sein, eine Bewertungsgrundlage zur Zulässigkeit des BNK Systems am Windparkstandort für die zuständige Genehmigungsbehörde zu schaffen.

2 Windenergieanlagen / Standortbeschreibung Windpark

Der Windpark Kaifenheim befindet sich auf Ackerflächen südwestlich von Koblenz. Tabelle 2 zeigt die Standortdaten der betreffenden Windkraftanlagen sowie Abbildung 1 eine Übersichtskarte des Windparks. Abbildung 2 zeigt eine Übersichtskarte des Windparks mit Darstellung des 6 km Radius um jede Windkraftanlage.

WEA Nr.	Nabenhöhe m	Gesamthöhe m	Rotor Durchmesser m	Standortkoordinaten (WGS 84)		Gemarkung	Flurstück
				Breite	Länge		
210572	94	150	112	50.2469	7.24328	Kaifenheim	Flur 6, Flurstück 39
210573	119	175	112	50.2521	7.23919	Kaifenheim	Flur 3, Flurstück 158/1
210574	119	175	112	50.2500	7.24409	Kaifenheim	Flur 3, Flurstück 136

Tabelle 2: Kenndaten des Windparks

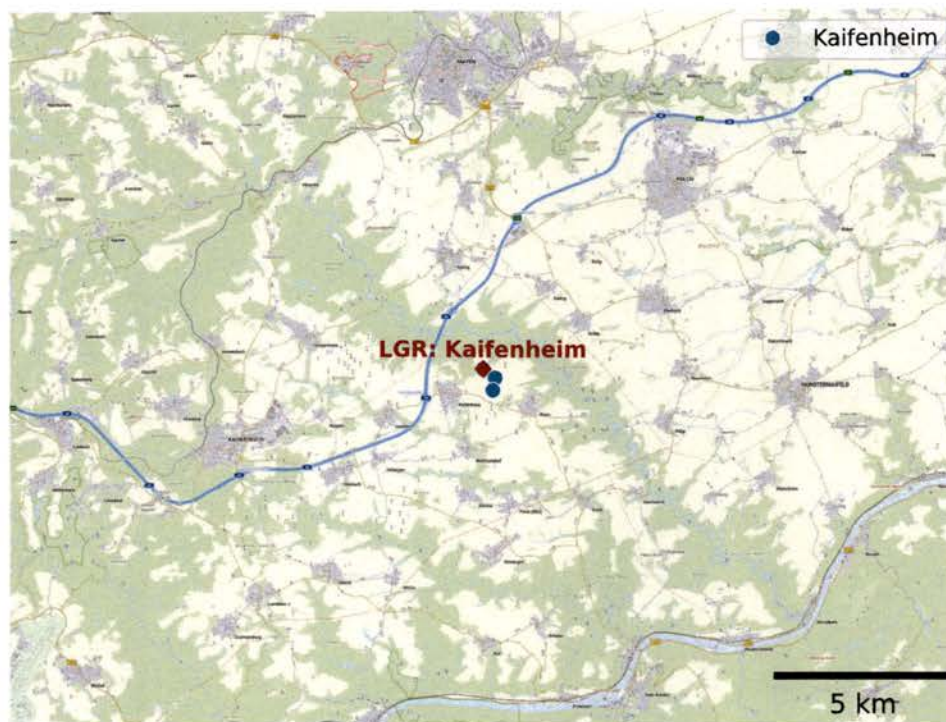


Abbildung 1: Übersichtskarte des Windparks Kaifenheim (topografisch)

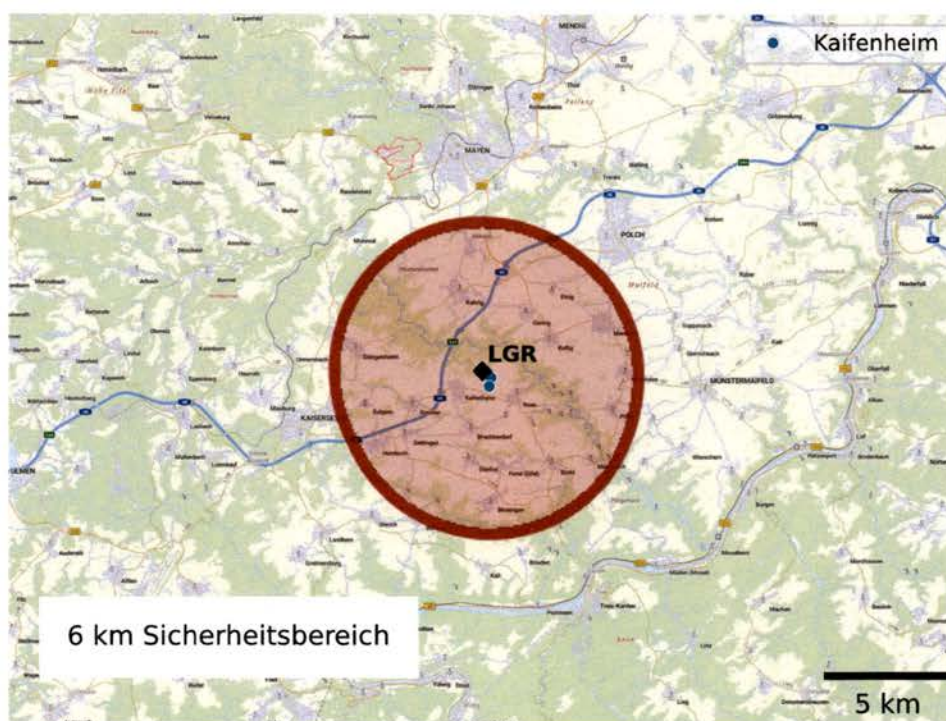


Abbildung 2: Übersichtskarte des Windparks Kaifenheim (topografisch) mit 6 km Sicherheitsbereich

3 Funktionsweise des Systems

Das light:guard-System ist ein transponderbasiertes BNK-System. Jedes Flugobjekt, das sich nachts im deutschen Luftraum aufhält, ist verpflichtet, mit einem an Bord verbauten Transponder ein Signal auszusenden, welches von den Transpondempfängern des Systems detektiert wird.

Die empfangenen Signale werden mit Zeitstempeln im Nanosekundenbereich und mit der Position des Empfängers versehen. Position und Zeit der Empfänger werden über ein eingebautes LTE-Modem oder eine bereits vorhandene Kommunikationsinfrastruktur manipulationssicher zum Multilateration (MLAT)-Server übermittelt. Anhand der Zeitdifferenzen der empfangenen Signale und Entfernungsunterschiede der Empfänger wird die Position des Senders berechnet, ähnlich dem GPS-Prinzip. Der MLAT-Server übermittelt dann die Daten an das Datenzentrum, wo der Quantec Area Distributor (QUAD) die Positionen der Flugobjekte mit denen der Windparks abgleicht. Der QUAD sendet dann ein Signal an die in die Windparkinfrastruktur eingebundene Light Control Unit (LCU), wenn sich ein Flugobjekt im Luftraum des Windparks befindet. Die LCU gibt den entsprechenden Befehl über die Kommunikationsinfrastruktur im Windpark an die Flugbefeuerung weiter.

Genauer gesagt unterdrückt das System die Einschaltung der Flugbefeuerung der Windenergieanlage (WEA), wenn keine Detektion eines Flugobjektes in der Nähe des Windparks erfolgt. Wenn das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum erkennt, wird die Unterdrückung aufgehoben, sodass die Flugbefeuerung wieder eingeschaltet wird. Die Unterdrückung wird ebenfalls aufgehoben, wenn ein Flugobjekt detektiert, aber dessen Position nicht bestimmt werden kann. Die Empfänger können Signale von Mode S-, Mode A/C- oder FLARM-Transpondern detektieren.

4 Sonderauflagen gemäß Prüfung der luftverkehrsrechtlichen Belange zur Zulässigkeit des BNK-Systems am Standort

Grundlage zur Untersuchung der flugbetrieblichen Belange bildet die Allgemeine Verwaltungsvorschrift (AVV) zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen [1]. In Anhang 6, Abschnitt 3 der AVV wird definiert unter welchen Kriterien eine Versagung des BNK-Betriebes ausgesprochen werden kann und eine dauerhafte Befeuerung der Windkraftanlagen notwendig ist.

Tabelle 3 fasst diese flugbetrieblichen Prüfkriterien gemäß AVV zusammen:

Vorschrift laut AVV Anhang 5, Abschnitt 3	Kriterium
1. Im Umkreis von Flugplätzen im Sinne von §14 Absatz 2 Satz 2 LuftVG (Bauwerken, die eine Höhe von 100 Metern über der Erdoberfläche überschreiten), wenn diese für den Nachtflugbetrieb zugelassen sind (Sichtflug).	• Flugplätze • Hubschrauberlandeplätze • Public Interest Site (PIS-)Landestellen für Hubschrauber
2. In Bereichen der nach § 33 LuftVO festgelegten Flugverfahren für Flüge nach Sichtflugregeln gemäß der Festlegung von Mindestabständen von Hindernissen zu festgelegten Sichtflugverfahren (NfL I-847/16)	• Kontrollzonen • Sichtflugverfahren (Platzrunden, Sichtflugstrecken, Pflicht- und Bedarfsmeldepunkte) • Ein- und Ausflugkorridore (für Platzrunden und Hubschrauberlandeplätze)
3. In Bereichen des Nachttiefflugsystems der Bundeswehr (NLFS)	
4. Anderenorts, wenn dies für die sichere Durchführung des Luftverkehrs als notwendig erachtet wird	• Sonstige Sichtflugstrecken oder -korridore

Tabelle 3: Prüfkriterien gemäß AVV, Anhang 6 Abschnitt 3

Der Untersuchungsumkreis wird auf 10 km festgelegt.

Die flugbetriebliche Prüfung in Darstellung einer Planungskarte wurde auf Basis des Luftverkehrsnetzes nach INSPIRE der Deutschen Flugsicherung erstellt (siehe Abbildung 3). Die Geodaten enthalten Informationen über:

- NAVAID-Systeme zur Navigation (Drehfunkfeuer)¹
- Waypoint-Veröffentlichte Pflicht- und Bedarfsmeldepunkte für Sichtflugverkehr in und aus Kontrollzonen¹
- Flugplätze und PIS¹
- Flugzonen/Airspace¹
- Nachttiefflugsystem der Bundeswehr NLFS²

Besteht ein räumlicher Zusammenhang (10 km) zwischen Windpark und einem nach AIP gelisteten Flugplatz werden die Sichtflugkarten gemäß AIP des betreffenden Flugplatzes ausgewertet.

¹Deutsche Flugsicherung, 2021, https://haleconnect.com/features/#/map?request=https:%2F%2Fhaleconnect.com%2Fows%2Fservices%2Forg.732.341f2791-919e-49de-8d86-3b18e040c430_wms

²Deutsche Flugsicherung, 2016, AIP AIC, VFR 02/16: Militärisches Nachttiefflugstreckensystem (NLFS)

4.1 Nähe zu Flugplätzen

Der Windpark befindet sich nicht in der Nähe eines Flughafens/Flugplatzes, welcher gem. AIP-VFR eine Nachtflugberechtigung führt (NVFR-Berechtigung).

4.2 Flugkontrollzonen

Der Windpark befindet sich in keinem kontrollierten Luftraum.

4.3 Nachttiefflugsystem der Bundeswehr (NLFS)

Der Windpark befindet sich außerhalb vom bekannten Nachttiefflugsystem (NLFS) der Bundeswehr.

4.4 Sonstige Sichtflugstrecken oder -korridore

Der Windpark befindet sich nicht in der Nähe sonstiger Sichtflugstrecken oder -korridore.

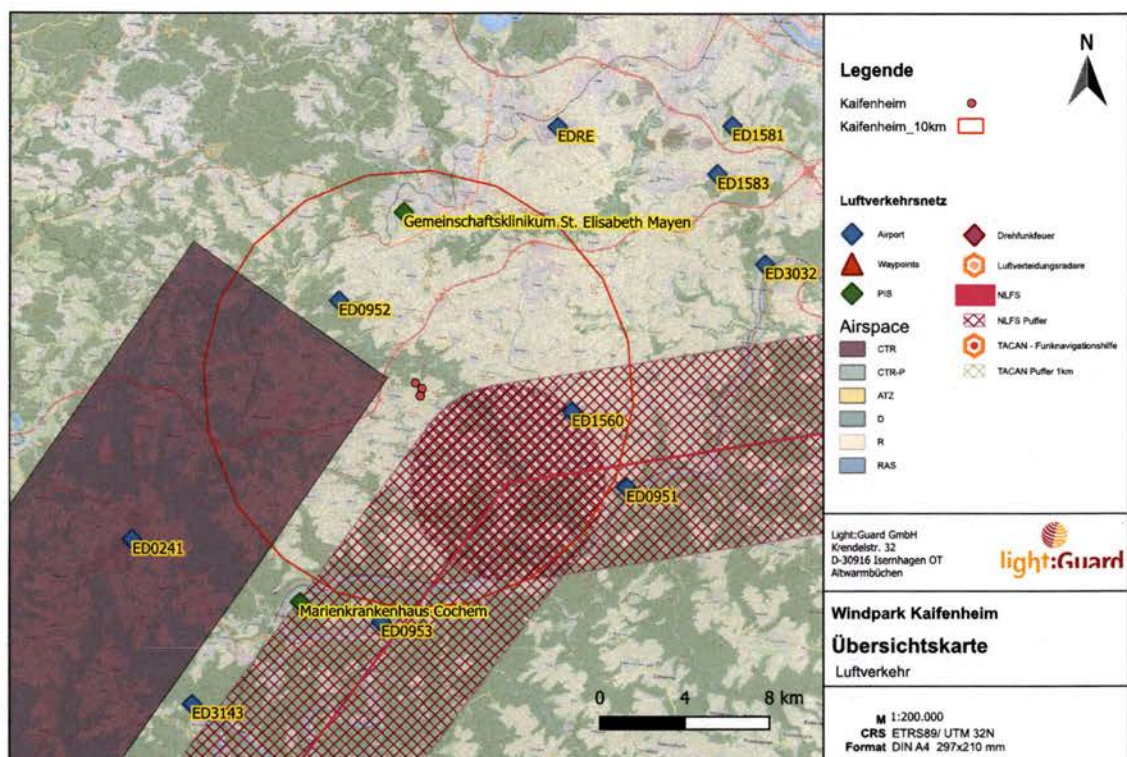


Abbildung 3: Darstellung Luftverkehrsnetz am Windparkstandort

Aus der flugbetrieblichen Vorprüfung zur Feststellung über die allgemeine Zulässigkeit eines BNK-Systems am Standort ergeben sich keine weiterführenden Auflagen für das BNK-System.

5 Systemkomponenten und -architektur am Standort

Das light:guard-System besteht aus den folgenden Komponenten:

- light:guard-Empfänger
- MLAT-Server
- Quantec Datenzentrum
- QUAD: Quantec Area Distributor
 - GUI: Graphical User Interface / Benutzeroberfläche
- LCU-T: Light Control Unit / Steuereinheit

Die folgende Abbildung 4 stellt die Funktionsweise des light:guard-Systems schematisch dar:

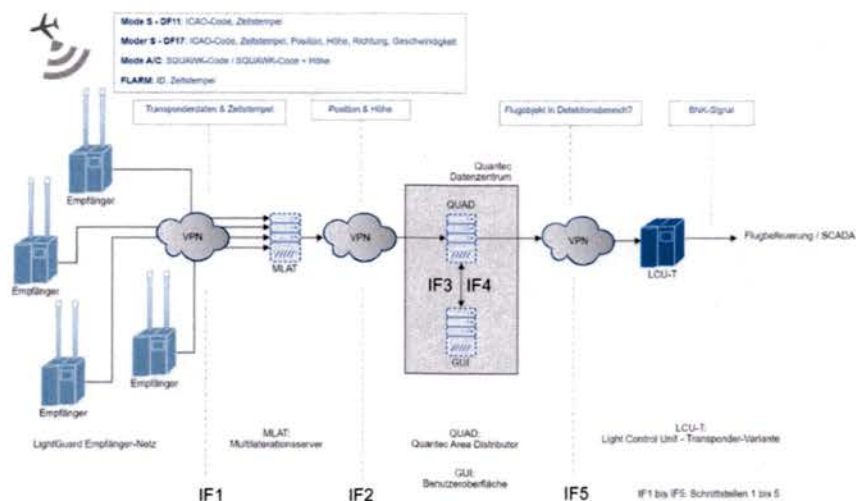


Abbildung 4: Schema zur Signalverarbeitung

5.1 light:guard-Empfänger

Die Einbaumöglichkeiten des Empfängers sind vielfältig, solange die Stromversorgung des Empfängers sichergestellt ist und die Antennen freie Sicht haben. Mögliche Installationsorte sind z.B. Dächer von Gebäuden, an Funkmasten, in Gondeln von Windenergieanlagen oder auf deren Gondeldächern.

Die light:guard-Empfänger sind Schaltschränke mit Schutzklasse IP66, die auch für die Außenmontage geeignet sind. Sie detektieren Funksignale mit einer Frequenz von 1090 MHz und sind mit zwei Empfängermodulen und zwei Antennen ausgestattet, um Redundanz zu gewährleisten. Am Empfänger ist eine

Global Positioning System (GPS) und LTE-Kombiantenne angeschlossen. Optional kann bei Bedarf zusätzlich eine Antenne zur Detektion von FLARM Signalen (Frequenz von 868 MHz) angeschlossen werden. Abbildung 5 veranschaulicht schematisch die Funktionsweise des light:guard-Empfängers.

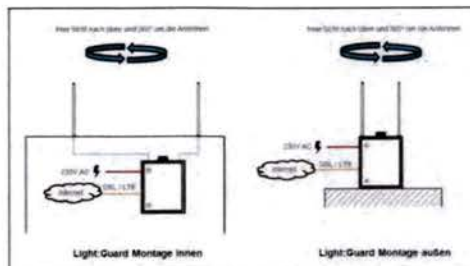


Abbildung 5: Schema des LG-Empfängers

5.2 MLAT-Server

Der MLAT-Server erhält die Daten von allen light:guard-Empfängern und führt die Multilateration durch. Multilateration ist eine bekannte und erprobte Methode in der Luftfahrt, mit der die Position eines Flugobjektes kalkuliert wird, indem die unterschiedlichen Ankunftszeiten des gleichen Funksignals an verschiedenen Empfängern genutzt werden. Da der Sendezeitpunkt des Signals unbekannt ist und drei Raumkoordinaten des Flugobjektes berechnet werden müssen, um seine exakte Position zu bestimmen, ist es erforderlich, dass in einem Multilaterationsalgorithmus mindestens 4 Empfänger ein Signal empfangen. Das MLAT-Ergebnis wird dann via WebSocket-Protokoll an den QUAD gesendet.

$$R = \sqrt{(x_i - x)^2 + (y_i - y)^2 + (z_i - z)^2} = (t_E - t_A) \times c \quad (1)$$

r	Entfernung zum Empfänger
x_i, y_i, z_i	Koordinaten des Empfängers
x, y, z	Koordinaten des Flugobjektes
t_E	Sendezeitpunkt
t_A	Empfangszeitpunkt
c	Übertragungsgeschwindigkeit

5.3 Quantec Datenzentrum

Quad

Der Quantec Area Distributor (QUAD) ist eine softwarebasierte Komponente, die eine sehr hohe Anzahl an Daten von Flugobjekten empfängt, nicht relevante Daten rausfiltert und die relevanten Daten mit den Positionen der zutreffenden Windparks abgleicht. Der QUAD steuert dann die LCUs im Windpark an, sobald sich ein Flugobjekt im entsprechenden Wirkungsraum befindet.

GUI

Die Benutzeroberfläche (Graphical User Interface (GUI)) ist ein Werkzeug, das externen Benutzern, wie beispielsweise der Bundeswehr, den Zugriff zum BNK-System ermöglicht. Die Anmeldung erfolgt mit Nutzernamen und Passwort. Der Benutzer kann Flugbahnen visualisieren und das BNK-System ein- oder ausschalten.

LCU-T

Die Light Controller Unit Version T (LCU-T) ist die im Windpark verbaute Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernisbefeuerung. Dabei wird die Flughindernisbefeuerung über eine individuell mit den Befeuerungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Flughindernisbefeuerung kann auf bis zu drei verschiedenen Netzwerken innerhalb des Windparks verteilt werden. Somit können auch Mischparks mit unterschiedlichen Herstellern über eine LCU-Tangesteuert werden.

5.4 Schnittstelle für die Anbindung an die Befeuerung

Das light:guard-System unterstützt verschiedene Schnittstellen, um Hindernisfeuer von Drittherstellern anzubinden. Die folgenden Bedingungen werden benutzt, um die Schnittstellen zu definieren:

On demand system active

Die Luftraumüberwachung gemäß AVV ist voll funktionsfähig und in Betrieb. Das Befeuerungssystem muss auf die Vorgaben des BNK-Systems reagieren. Wenn ein Flugzeug erkannt wird, müssen die Hindernisfeuer mit 100% der Nenn-Lichtintensität eingeschaltet werden.

Obstruction light off

Das BNK-System ist aktiv, es wurde aber kein Flugzeug erkannt. Das Hindernisfeuer muss ausgeschaltet sein.

Obstruction light normal mode

Das Hindernisfeuer ist im normalen Betriebsmodus – als wäre kein BNK-System vorhanden.

Light:Guard Modbus TCP Master

Die Light:Guard LCUs unterstützen Modbus TCP, um die Steuerung von Befeuerungssystemen von Drittherstellern zu gewährleisten. Das System agiert als Modbus TCP Master und sendet *Read Multiple Holding Registers* (Function Code 3) zu einem oder mehreren Modbus TCP Slave Systemen des Drittanbieters. Der Function Code wird in einem Intervall von mindestens 1000 ms ausgeführt. Im Falle einer Detektion oder einer Statusänderung wird der Function Code unmittelbar ausgeführt. Die Befeuerungssysteme müssen einen Fehler in der Modbus TCP Kommunikation erkennen, sowie bei einem Kommunikationsverlust zur LCU in den autonomen Normalbetrieb wechseln. Die Light:Guard Modbus TCP Master nutzen die Modbusadresse 0x01 als Standardadresse. In den folgenden Tabellen 4 und 5 sind die Function Codes für die Kommunikation genauer beschrieben.

Modbus Adresse	Beschreibung
0x0000	Gültige Werte: 0x0000: Befeuerungssystem nicht funktionsfähig (z.B. durch internen Fehler) 0x0001: Befeuerungssystem in Betrieb

Tabelle 4: Read Multiple Holding Registers (Function Code 3)

Modbus Adresse	Beschreibung
0x0200	Gültige Werte: 0x0000: BNK-System deaktiviert und Befeuerungssystem in Normalbetrieb 0x0001: BNK-System aktiviert. Befeuerungssystem in Normalbetrieb und Befeuerung eingeschaltet 0x0003: BNK-System aktiviert. Befeuerungssystem in Normalbetrieb und Befeuerung unterdrückt

Tabelle 5: Write Single Holding Register (Function Code 6)

6 Externe Aktivierung

Gemäß der AVV zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen ist für BNK-Systeme die technische Möglichkeit einer externen Aktivierung vorzusehen. Der generelle Nachweis der Funktion wurde im Rahmen

der Baumusterprüfung erbracht und mit dem gültigen Baumusterzertifikat (siehe Anhang A) bestätigt. Bezugnehmend auf die Auswertung zur flugbetrieblichen Prüfung am Standort (Vgl. Kapitel 4) ist eine externe Aktivierung des Systems nicht notwendig.

7 Infrarotkennzeichnung

Eine dauerhaft aktive Infrarotkennzeichnung ist laut AVV zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen und dem Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI) vor Inbetriebnahme des BNK-Systems zu installieren und mit diesem zu kombinieren. Eine Installation der Infrarotbefuerung an der Anlage erfolgt im Zuge der BNK-Ertüchtigung (Installation des BNK-Systems, Bereitstellung der BNK-Infrastruktur und Schnittstelle, Netzwerkherstellung, Ertüchtigung der Befuerung).

8 Beschreibung zur Ermittlung der Detektion

Um die Funktionsfähigkeit des light:guard-Systems am Standort (gemäß AVV und Baumusterprüfkriterien) nachzuweisen, ist eine adäquate Erfassung des Wirkraums jeder Windkraftanlage notwendig. Die Prüfung der Funktionsfähigkeit besteht darin, dass das light:guard-System einen Lichtaktivierungsbefehl sendet, sobald ein Flugzeug in den Aktionsbereich eines Windparks eintritt. Sodann wird das Signal zur Unterdrückung der Befuerung aufgehoben und diese wird wieder aktiviert.

8.1 Erfassung des Wirkungsraums

Beschreibung des individuellen Aktionsbereiches (R_{AR}):

Jeder Windpark hat einen individuellen Aktionsbereich, der durch den Aktivierungsradius/Aktivierungszone R_A und den Sicherheitsabstandsradius R_{SM} definiert ist (Vgl. Abbildung 6). Das System muss den Befehl zur Aktivierung der Befuerungseinheit senden bevor das Flugzeug in die Aktivierungszone (Radius von 4 000 Metern und Höhe von 2 000 Fuß) eintritt. Zusätzlich fügt das System beiden Zonen eine Höhe (H_{SM}) hinzu, um absteigende Flugzeuge abzudecken. Daraus ergibt sich die Aktivierungshöhe H_A .

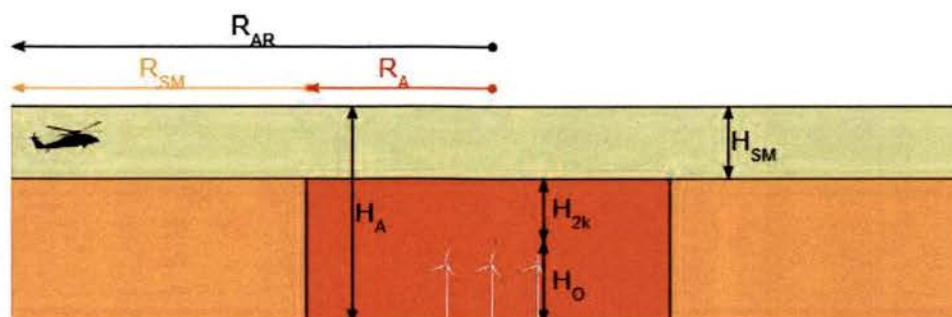


Abbildung 6: Seitenansicht der Zonen. Die Aktivierungszone (rot) und die Sicherheitszone (orange).

Der Gesamtaktivierungsbereich R_A umfasst alle einzelnen Aktivierungsbereiche für jede Windenergieanlage und beginnt am berechneten Zentrum C_{WP} innerhalb der 2D-Ebene des Windparks, unter Verwendung aller äußeren Turbinen (Vgl. Abbildung 6). Darüber hinaus berücksichtigen alle vorgestellten Zonen bzw. Radien Flugzeuge mit einer höheren Höhe als der Mindestanforderung von 2 000 Fuß über dem höchsten Hindernis, um die Lichtaktivierung rechtzeitig für absinkende Flugzeuge abzudecken. Standardmäßig beträgt dieser Wert 600 Fuß.

Der Gesamtaktivierungsradius R_A umfasst alle einzelnen Aktivierungsradien W_{TG} und den Ursprung vom Zentrum des Windparks, berechnet durch die Koordinaten der äußeren Windkraftanlagen. Die Sicherheitsmarge R_{SM} wird anschließend addiert, was zu einem Gesamttaktionsbereichsradius R_{AR} führt.

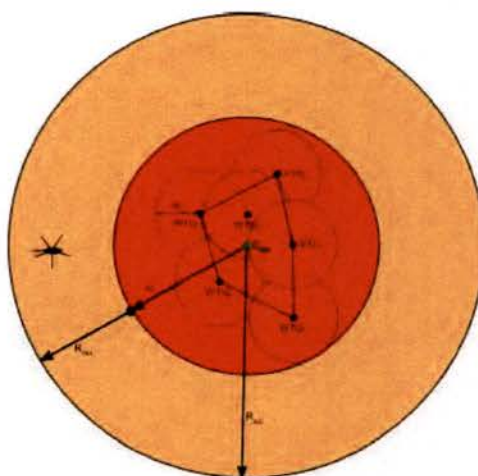


Abbildung 7: Zonen-Draufsicht: Radien der Aktivierungszone und Sicherheitsmarge werden aus dem Windparkzentrum berechnet

R_{AR}	Gesamttaktionsbereichsradius
R_A	Gesamtaktivierungsbereich
W_{TG}	einzelnen Aktivierungsradien
R_{SM}	Sicherheitsspielraumradius

Beschreibung des individuellen Aktionsbereiches (R_{AR}):

Gemäß Abbildung 7 muss das System die Lichter spätestens aktivieren, wenn ein Flugzeug die Mindestentfernung von 4 000 Metern erreicht. Um einen sicheren Betrieb des light:guard-Systems zu gewährleisten, fügt das System dem Aktivierungsbereich einen Sicherheitsspielraumradius R_{SM} hinzu. Damit wird sichergestellt, dass bei einem größeren Systemausfall die Befuerung rechtzeitig aktiviert wird (sogenannter Fall-back). Der Sicherheitsspielraumradius R_{SM} wird mittels folgender Formel berechnet:

$$R_{SM} = (6_s + t_{proc} + t_{LCULoss} + t_{OLCLoss} + t_{ComCheck}) \times v_{max} \quad (2)$$

Für das Fallback Szenario wird die maximale Geschwindigkeit über Grund mit 250 kts. die ungefähr $v_{max} = 129\text{ m/s}$ beträgt, angenommen.

t_{proc}	Rechenzentrumverarbeitungszeit = 1 sec
$t_{LCULoss}$	1 sec
$t_{OLCLoss}$	Timeout (siehe Tabelle)
$t_{ComCheck}$	1.5 sec

Im Fall eines schwerwiegenden Systemfehlers müssen alle Timeouts für die Lichtaktivierung berücksichtigt werden, einschließlich der Situation eines plötzlichen Erkennungsverlusts eines Flugzeugs nach 6 Sekunden und einer Rechenzentrumsverarbeitungszeit von 1 Sekunde.

Die berechneten Sicherheitsbereiche in Abhängigkeit des Timeouts sind in folgender Tabelle 6 zusammengefasst:

Timeout [s]	Sicherheitsspielraumradius	Gesamtaktivierungsbereich
0.5	1300	5300
1	1400	5400
2	1500	5500
3	1700	5700
4	1800	5800
4.5	1900	5900

Tabelle 6: Gerundete Sicherheitsmarge mit Berechnung des Sicherheitsbereiches R_{SM} daraus resultierenden Aktivierungsradius R_{AR}

Zur maximalen Abdeckung eines eintretenden Timeouts von 4.5 s wird der Gesamtaktivierungsbereich auf min. 5 900 m um die vorhandenen Windkraftanlagen gesetzt.

Eine adäquate Erfassung des Wirkungsraums ist notwendig, um die ordnungsgemäße Funktionsfähigkeit des BNK-Systems und somit die Erfassung von Luftfahrzeugen sicherzustellen. Diese ist durch eine geeignete Positionierung von Empfängern zu gewährleisten. Im Folgenden wird eine orographische Analyse im Wirkungsraum dargestellt, welche Abschattungen zum Empfänger aufgrund der Topografie analysiert.

8.2 Beurteilung von Abschattungsbereichen (Sichtfeldanalyse)

Bei der Zuhilfenahme einer Sichtfeldanalyse (auch Line of Sight (LoS) Analyse genannt) wird davon ausgegangen, dass bei Eintritt in den Wirkraum eine Sichtbeziehung von Flugobjekt und Empfängerstandort hergestellt werden kann. Die Sichtfeldanalyse veranschaulicht somit modellhaft die Detektionsreichweite unter Berücksichtigung der topografischen Gegebenheiten. Sie eignet sich somit dafür Abschattungsbereiche vorab zu finden und zu analysieren.

8.2.1 Allgemeine Erläuterung zum Verfahren

Spätestens beim Einfliegen von Luftfahrzeugen in den Wirkungsraum bzw. Sicherheitsbereich sowie während des Aufenthalts in diesem Wirkungsraum ist die Nachtkennzeichnung zu aktivieren. Befindet sich ein Flugobjekt hinter einem Hindernis, wird das System aufgrund des fehlenden Transpondersignals nicht aktiviert. Sobald das Luftfahrzeug direkten sichtbaren Kontakt zum Hindernis hat, muss das System das Luftfahrzeug erkennen und den Windpark aktivieren.

Anhand der Sichtfeldanalyse können Flächen definiert werden, die von einem Beobachtungspunkt aus in einem definierten Radius gesehen werden können. Mit der Darstellung der Sichtbarkeitsverhältnisse kann gleichermaßen auf die Fähigkeit der Signalübertragung des Transpondersystems in Zusammenhang mit den topografischen Gegebenheiten geschlossen werden.

8.2.2 Parameterdefinition

Beurteilungsräume

Gemäß AVV Anhang 6 müssen Transpondersysteme den gesamten Wirkraum jeder betreffenden Windenergieanlage im Windpark erfassen. Der Wirkungsraum einer Windenergieanlage wird gemäß AVV als umgebender Luftraum in sicherheitsrelevantem Radius von 4 000 m um eine Windenergieanlage und einer Mindesthöhe von 600 m über einer Windenergieanlage definiert. Das light:guard-System ermöglicht die Erfassung aller Luftfahrzeuge im Detektionsradius von 12 000 m um den definierten Transponderstandort durch Signalpegelauswertung. Beim light:guard-System wird der Wirkraum jeder Windenergieanlage im Windpark zusätzlich um einen Sicherheitspuffer von 2 000 m erweitert. Damit ergibt sich ein Sicherheitsradius von 6 000 m um jede betreffende Windenergieanlage (siehe Tabelle 6).

Digitales Geländemodell

Im vorliegenden Fall wurde zur Durchführung der Sichtfeldanalyse das Oberflächenmodell "ASTER Global Digital Elevation Modell, Version 3" (ASTGTM) mit einer Auflösung von 30m verwendet.

8.2.3 Topografische Gegebenheiten / Abschattungsbereiche

Im vorliegenden Fall ist die Topografie von landwirtschaftliche Flächen und dem Flusslauf des Elzbach geprägt. Der Windpark befindet sich auf Ackerflächen in mittleren Höhen.

Die Auswertung der Sichtfeldanalyse zeigt, dass die Höhenunterschiede die Detektion im Untersuchungsgebiet geringfügig beeinträchtigen. Die Planungskarten 8 - 12 stellen die Sichtfeldanalyse für die Sichthöhen 2 - 150 m Above Ground Level (AGL) dar. Die Daten zeigen eine ausreichende Erfassung in Höhen bis 20 m AGL in unmittelbarer Nähe des Empfängers und im Großteil des 6 km Sicherheitsbereichs. Weiter entfernt vom Empfänger ist die Detektion teilweise erst in größeren Höhen ab 50 m AGL gegeben. Das System deckt den Luftraum im 15 km Analyseradius bei einer Sichthöhe von 150 m AGL beinahe vollständig ab. In den Randgebieten des Analyseradius sind teilweise kleinflächige Detektionslücken erkennbar. Diese befinden sich jedoch in kleineren Tallagen und liegen außerhalb des sicherheitsrelevanten 6 km Radius um jede Anlage. Der 6 km Sicherheitsbereich kann größtenteils bereits bei Sichthöhen zwischen 20 und 50 m AGL erfasst werden. Eine flächendeckende Abdeckung des Sicherheitsbereichs ist spätestens bei einer Sichthöhe von 100 m AGL gegeben.

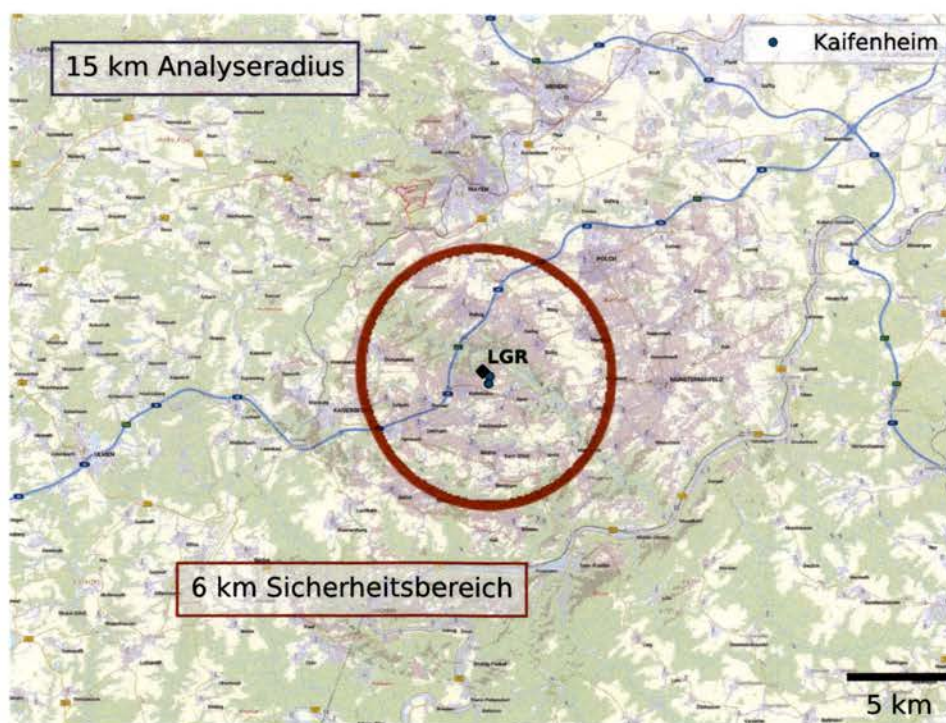


Abbildung 8: Sichtfeldanalyse bei Sichthöhe 2 m

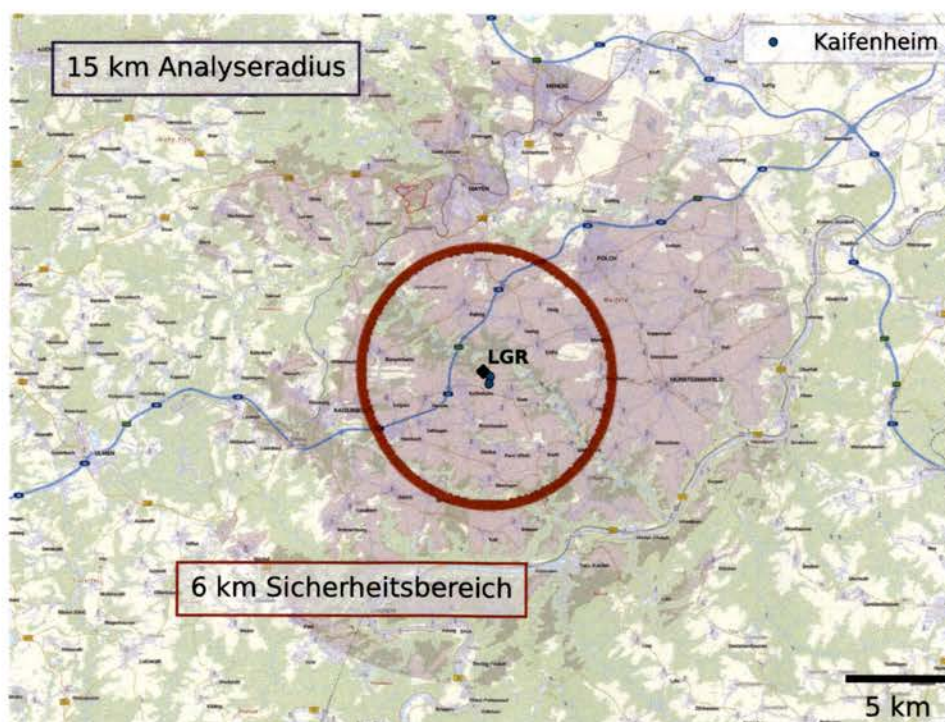


Abbildung 9: Sichtfeldanalyse bei Sichthöhe 20 m

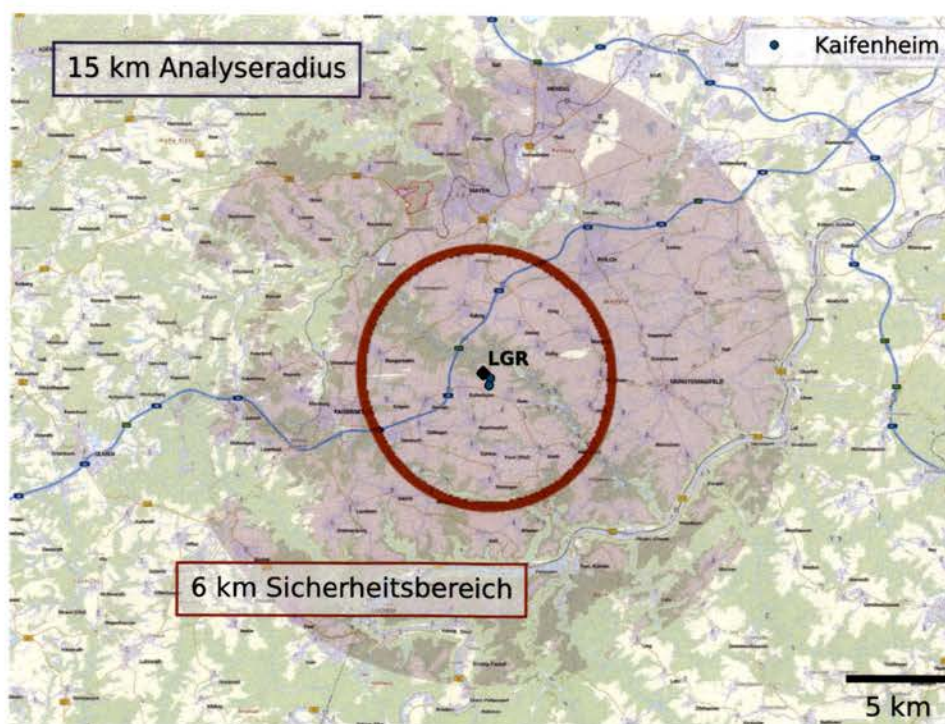


Abbildung 10: Sichtfeldanalyse bei Sichthöhe 50 m

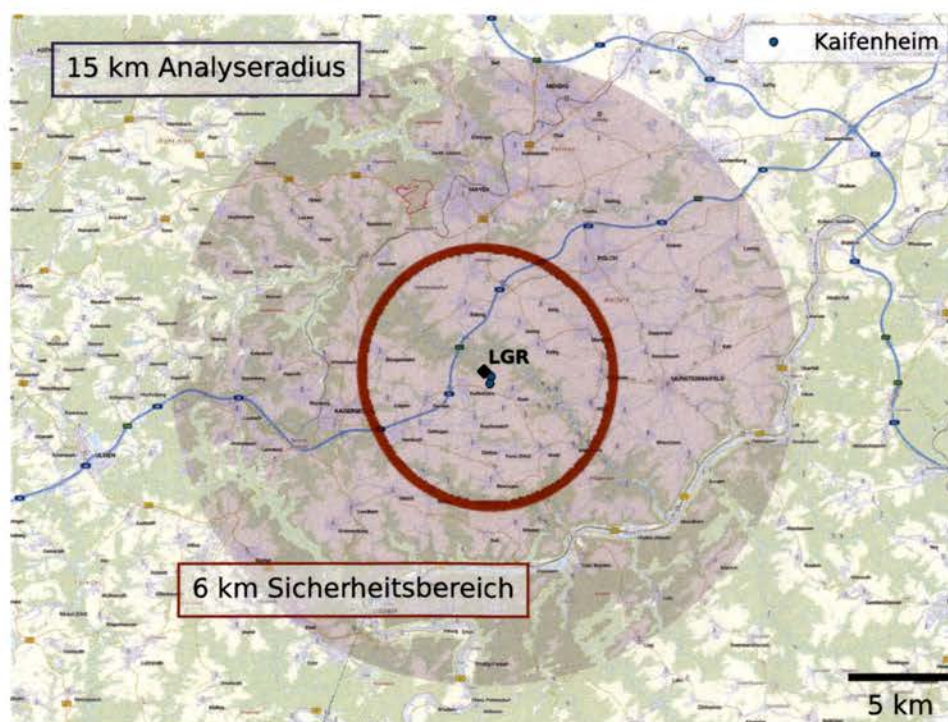


Abbildung 11: Sichtfeldanalyse bei Sichthöhe 100 m

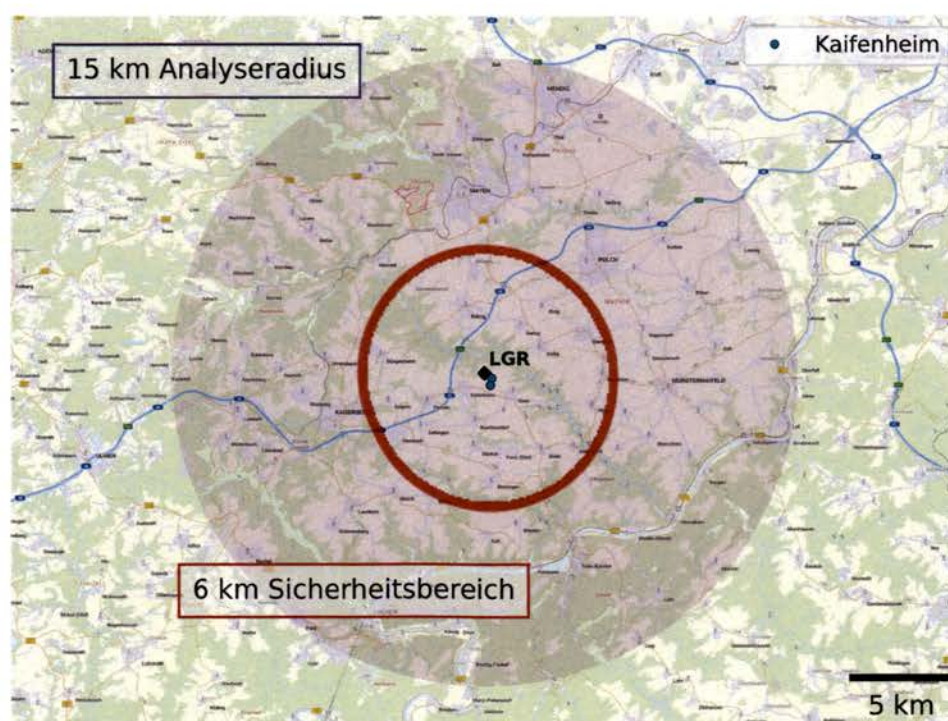


Abbildung 12: Sichtfeldanalyse bei Sichthöhe 150 m

8.2.4 Auswirkung der Detektion auf Luftverkehr

Bezugnehmend auf die Ergebnisse aus Abschnitt 4 zur Untersuchung von flugbetrieblichen Belangen am Windparkstandort, kann zusammengefasst werden, dass es am Standort keine flugbetrieblichen Belange zu berücksichtigen gibt. Daraus kann geschlussfolgert werden, dass die vorhandenen Abschattungsbereiche aus Unterabschnitt 8.2.3 keine Relevanz auf den Luftverkehr haben.

9 Aufzeichnung der Betriebszustände

Alle Steuerungssysteme protokollieren vorübergehende Ereignisse für eine bestimmte Minstdauer. Systembenutzer und Supervisor können die Daten extrahieren. Vergangene Ereignissen können für Berichterstellung und Wartung genutzt werden, um ggf. Gegenmaßnahmen einzuleiten. Alle Ereignisprotokolle enthalten einen UTC-Zeitstempel zur genauen Identifizierung der Ereigniszeit.

10 Einbau des light:guard-Systems

Für eine sichere Funktionalität wurde das light:guard-System ordnungsgemäß und durch entsprechendes Fachpersonal eingebaut.

Der Einbau wird mit Hilfe der für jeden Windenergieanlagentyp verfügbaren spezifischen Einbauanleitung durchgeführt und vom Monteur entsprechend dokumentiert und abgezeichnet.

Ein Nachweis über den erfolgreichen Einbau des light:guard-Systems liegt vor.

11 Probetrieb / Funktionstest

Vor der ersten Inbetriebnahme mit aktiver Schaltung der Befeuerung muss für das installierte System durch einen Funktionstest im Windpark die ordnungsgemäße Funktion der Signaleinleitung in den Windpark nachgewiesen werden.

Ein Nachweis zum erfolgreich durchgeführten Funktionstest liegt vor.

Bei der Systemvermessung am Standort muss die spezifische Funktionalität der Empfängereinheit am Standort sowie die Interface-Funktionalität und derer Bestandteile zur Detektion durch den korrekten Empfang und die Verarbeitung von definierten Signalen von Luftfahrzeugen (Transponder Mode S) bestätigt werden. Dieser beinhaltet keine aktive Schaltung der Befeuerung, sondern eine Aufzeichnung der Detektionen. Innerhalb dieser Zeit werden die empfangenen Transpondersignale von Luftfahrzeugen über die volle Zeit (Tag/Nacht) aufgezeichnet und mit Hilfe statistischer Methoden hinsichtlich Validität ausgewertet. Somit

wird die korrekte Funktionsfähigkeit der installierten Verkehrsdetektionseinheit nachgewiesen.

Ein Nachweis für die Systemvermessung nach ordnungsgemäßer Installation des light:guard-Systems wird unter Abschnitt 16 dargestellt.

12 Wartungskonzept

Das light:guard-System besteht aus verschiedenen Komponenten, die miteinander interagieren und Daten zum Funktionszweck austauschen. Die Komponenten befinden sich an unterschiedlichen Orten mit unterschiedlichen Umgebungsbedingungen und benötigen daher eine individuelle Überprüfung und Wartung.

Ein Konzept zur Wartung liegt vor.

13 Zukünftige Umgebungsänderung

Der Betreiber hat gegenüber dem BNK-Hersteller die Pflicht, diesen über sämtliche bauliche Veränderung im Wirkbereich der Anlagen umgehend zu informieren. Über eine Sichtfeldanalyse kann bei geplanten baulichen Veränderungen im und um den Windpark durch den BNK-Hersteller eine theoretische Abschätzung durchgeführt werden, ob die geplante bauliche Veränderung potenziellen Einfluss auf die Signalübertragung hat. Zur fortlaufenden Gewährleistung der ordnungsgemäßen Funktionsfähigkeit sind bauliche Veränderungen im Windpark sowie in der Umgebung, welche die Funktionsfähigkeit des BNK-Systems beeinträchtigen können, zu beachten. Hierzu besteht eine Mitwirkungspflicht des Windparkbetreibers zur Meldung von Veränderungen im Windpark und in der Umgebung. Meldungen werden vom BNK-Hersteller und ggf. von der Baumusterprüfstelle dahingehend geprüft, ob Auswirkungen auf den ordnungsgemäßen Betrieb des BNK-Systems bestehen. Im Zweifel wird das light:guard-System erneut vermessen, angepasst oder deaktiviert.

14 Baumusterprüfung des BNK-Systems

Für den Standort Kaifenheimsoll das light:guard-System zum Einsatz kommen. Das BNK-System der Light:Guard GmbH hat erstmals am 23. November 2020 die Baumusterprüfung bei der DFS Aviation Services GmbH anerkannt bekommen. Eine Erweiterung wurde am 01. Februar 2022 erfolgreich durchgeführt. Die DFS Aviation Services GmbH ist eine vom BMDV benannte Stelle. Insofern liegt eine gültige Baumusterzulassung vor. Das aktuelle Baumusterzertifikat befindet sich in Anhang A.

15 Qualitätsmanagement des BNK-Herstellers

Das Qualitätsmanagementsystem des BNK-Herstellers Light:Guard GmbH wurde gemäß ISO 9001:2015 zertifiziert. Im Rahmen der Baumusterprüfung wurden darüber hinaus Qualitätsmanagementstandards für den Entwicklungsprozess des BNK-Systems überprüft. Es liegt ein ISO 9001:2015 Zertifikat mit Gültigkeit bis zum 09. Juli 2026 vor. Das ISO 9001:2015 Zertifikat befindet sich im Anhang.

16 Testbericht

16.1 Testprozess

16.1.1 Einleitung

Das light:guard-System wurde entwickelt, um die transponderbasierte Ortung von Flugzeugen für Windparks gemäß den Vorschriften der AVV zu ermöglichen. Für das Hauptprinzip wird der Multilaterationsansatz verwendet, um die 3D-Position des Flugzeugs zu bestimmen, was den Empfang des Signals an 4 oder mehr Empfängern erfordert. An isolierten Standorten ohne die Möglichkeit der Multilateration würde dies dazu führen, dass das Licht in jedem Fall aktiviert wird, wenn die Empfänger ein Signal von einem Flugzeug erkennen. Um eine hohe Erkennungsrate zu vermeiden, wird ebenfalls die Signalstärke des empfangenen Signals verwendet, um die Abschaltung zu gewährleisten. Dieser Ansatz wird im Folgenden als Isolated Receiver Module Approach (IRMA) bezeichnet. Dieser Bericht enthält die Testanalyse und die Testergebnisse zur Bestimmung der Signalstärke bei einem Transponder mit geringer Sendeleistung.

16.1.2 Test

Der Test wird mit einem Transponder ausgestatteten Fahrzeug durchgeführt, um die Detektion von Objekten am Boden zu validieren. Mit dem Fahrzeug wurde in unmittelbarer Umgebung und im 15 km Radius um den Empfänger (Receiver) getestet. Weitere Informationen zum Empfängerstandort sind in Tabelle 7 dokumentiert.

Standortname	Kaifenheim
LGR Koordinaten	N 50.2521° E 7.23919°
Installationshöhe/Nabenhöhe	119m AGL
Seriennummer	AK-02-000076

Tabelle 7: Standortparameter

16.1.3 Testdaten

Während des Tests wurden Daten generiert, welche in zwei Kategorien einteilen werden:

1. Empfänger-Rohdaten
2. Fahrzeugdaten

Empfänger-Rohdaten

Mit der angewandten Filterung eines eindeutig zu identifizierenden ICAO-24-Bit-Codes konnten insgesamt 11703 Detektionen herausgefiltert werden.

Fahrzeugdaten

In den Abbildungen 13 - 17 ist die Route des Fahrzeugs während der Vermessung dargestellt.

Zusammenführung der Daten (Data Merge)

Die Datensätze des Fahrzeugs werden mit den Datensätzen der Empfänger-Rohdaten per Zeitstempel-Match zusammengeführt und kombinierte Datensätze für eine Auswertung generiert.

16.2 Testergebnisse

Die Daten werden verwendet, um die folgenden Aspekte zu analysieren:

- Das Testobjekt ist innerhalb des Sicherheitsbereichs in Bodennähe innerhalb eines Radius von 6 km (bestehend aus 4 km Aktivierungsradius und 2 km Sicherheitsradius) zu detektieren.
- Das light:guard-System detektiert das Testobjekt an verschiedenen Positionen in der Nähe des Windparks.
- Das erwartbare Sichtfeld aus der LoS-Analyse kann durch die Vermessung bestätigt werden.

Detektion des Fahrzeugs

In Abbildung 13 - 17 ist die Route des Fahrzeugs bei aktivem Transponder in die Sichtfeldanalyse eingezeichnet. Die Route des Fahrzeugs verlief innerhalb eines Radius von 6 km von jeder WEA.

Die Empfängersignale zeigen, dass die Signale innerhalb des 6 km Radius um jede WEA erfolgreich erfasst wurden (siehe Abbildung 13 - 17). Es zeigt sich ein erwartungsgemäßes Detektionsverhalten im gesamten Detektionsbereich. Deutlich unterhalb des erwartenden freien Sichtfelds wurden immer noch Detektionen erfasst. Das light:guard-System detektiert damit erwartungsgemäß den Analysen der vorangegangenen Sichtfeld-Berechnungen.

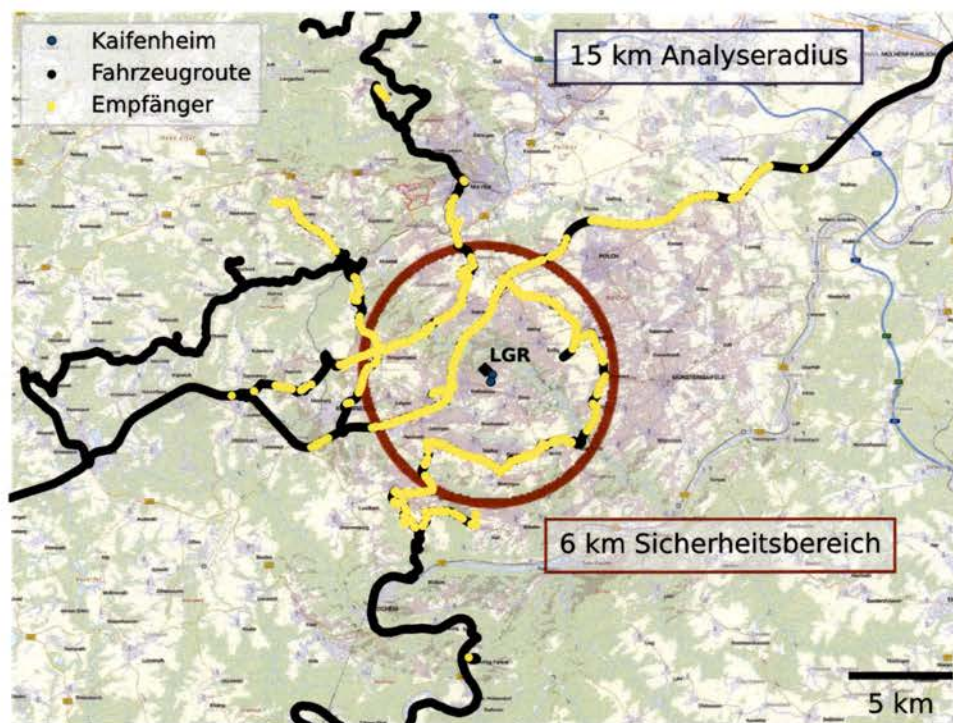


Abbildung 13: Signalstärke vs. Distanz zum Empfänger mit Sichtfeldanalyse bei 2 m

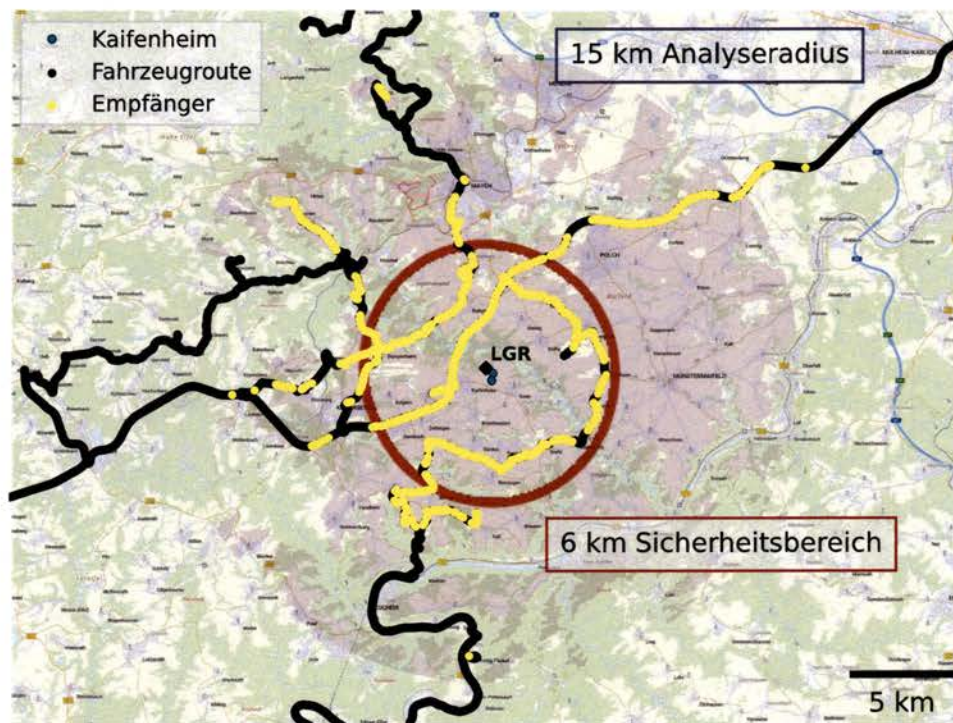


Abbildung 14: Signalstärke vs. Distanz zum Empfänger mit Sichtfeldanalyse bei 20 m

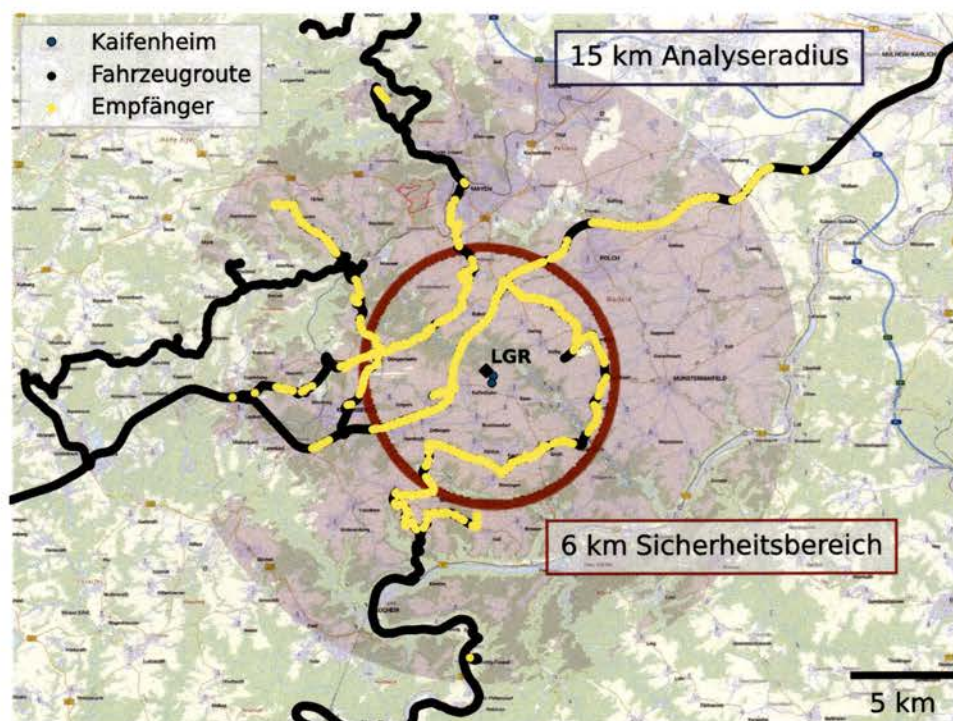


Abbildung 15: Signalstärke vs. Distanz zum Empfänger mit Sichtfeldanalyse bei 50 m

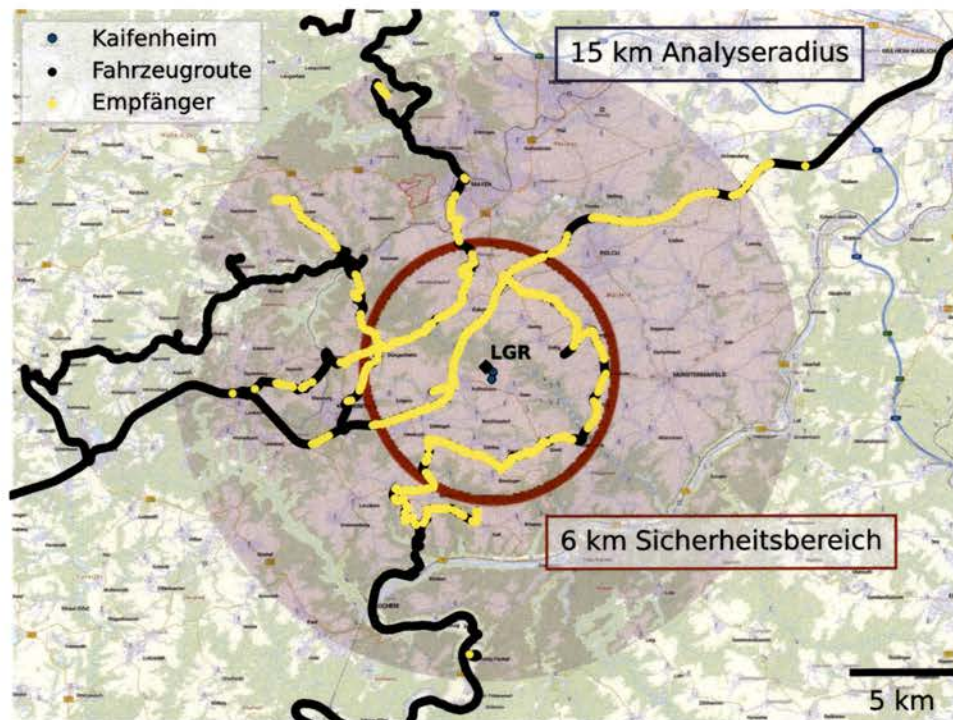


Abbildung 16: Signalstärke vs. Distanz zum Empfänger mit Sichtfeldanalyse bei 100 m

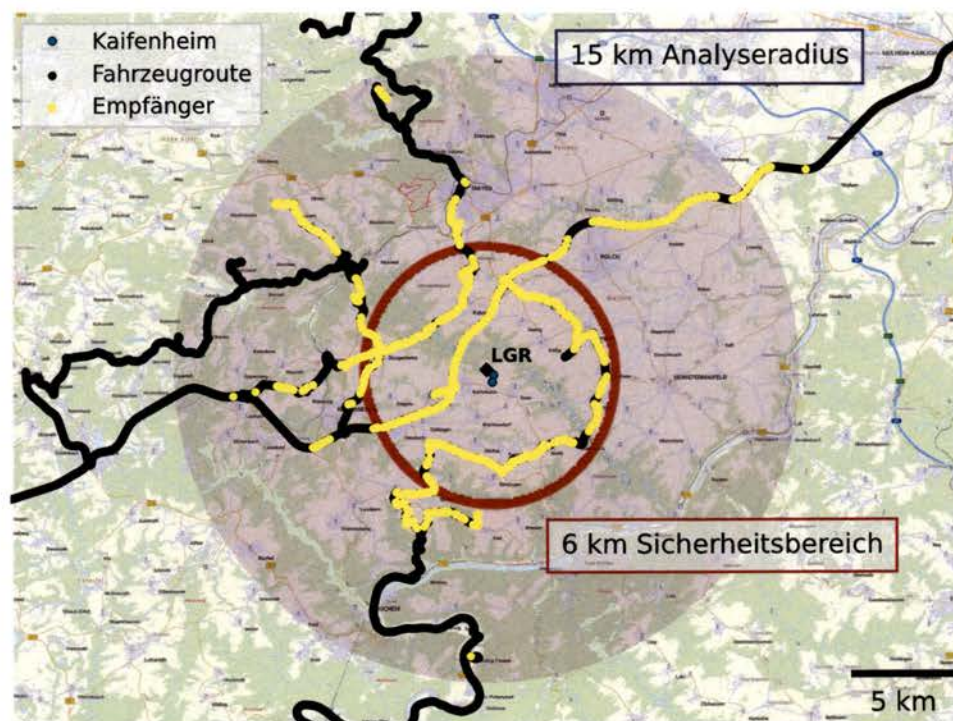


Abbildung 17: Signalstärke vs. Distanz zum Empfänger mit Sichtfeldanalyse bei 150 m

16.3 Ergebnisse

Für die Ausstellung der Konformitätserklärung des Systems haben wir vor Ort eine Vermessung mit der IR-MA-Analyse durchgeführt. Diese dient dazu die optimalen Schwellenwerte zu ermitteln und die Funktionalität und Performance anhand der aufgezeichneten Daten zu validieren. Mithilfe eines transponderausgestatteten Fahrzeugs konnte anhand des Tests die bodennahe Detektion am Standort überprüft werden.

Während der Messkampagne haben wir Rohdaten des Empfängers aufgezeichnet, welche anschließend mit den Logfiles des Fahrzeugs zusammengeführt wurden, um die erfolgreiche Erkennung des Transponders auswerten zu können. In Abhängigkeit von der Topologie des Standorts zeigt der Empfänger eine bodennahe Erfassung noch über 15 km entfernt. In unmittelbarer Nähe des Empfängers detektieren die Module das Fahrzeug am Boden mit einer hohen Zuverlässigkeit. Durch das Anwenden der Schwellenwerte auf die Rohdaten haben wir die Schwellenwerte validiert und dabei die Sicherheitsanforderungen des Systems geprüft. Der Empfänger ist in der Lage das Fahrzeug am Boden sicher zu detektieren, bevor es den Sicherheitsbereich von 6 km um jede Windkraftanlage betritt. Aber auch mit den angewendeten Schwellenwerten ist die Erfassung von Objekten sichergestellt. Es zeigt sich ein erwartungsgemäßes Detektionsverhalten im gesamten Detektionsbereich. Es wurden deutlich unterhalb des freien Sichtfelds immer noch Detektionen erfasst. Das light:guard-System detektiert damit erwartungsgemäß.

Literatur

- [1] Bundesministerium für Verkehr und Infrastruktur. *B4 – Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen*. BAnz AT, Apr. 2020. URL: <https://www.verwaltungsvorschriften-im-internet.de/BMVI-LF15-20200424-SF-A006.htm> (besucht am 14. 11. 2023).

Anhang

- A Zertifikat: Baumusterprüfung Light:Guard ADLS
- B Zertifikat: Qualitätsmanagement ISO 9001 Light:Guard
- C Light:Guard Systemwartung