



Light Guard Systembeschreibung

Letzte Anpassung:

2022-01-31

Light:Guard GmbH

Krendelstr. 32, 30916 Isernhagen OT
Altwarmbüchen, Germany
phone:+49 511 474048-30

www.light-guard.com
info@light-guard.com

Erstellt von:

Name: Jon Galdeano

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

Datum: 2020-09-11

Letzte Anpassung von:

Name: Susann Schumann

E-Mail: susann.schumann@quantec-group.com

Datum: 2022-01-31

Revision: 17

Vertraulichkeitsstatus:

- executive only
 - for internal use only
 - confidential
 - public
-

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen	4
Einführung	4
Funktion.....	4
Komponenten.....	5
LightGuard Empfänger.....	6
MLAT Server	6
Quantec Datenzentrum.....	7
QUAD.....	7
GUI.....	7
LCU-T.....	7
Schnittstellen	7
Sicherheitskonzept.....	8
Referenzen.....	8

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

Einführung

Die EEG-Novelle 2019 [§9 Abs. (8)] verpflichtet Betreiber relevanter Windenergieanlagen an Land zur Ausstattung ihrer WEA mit Systemen für bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung (BNK) um die visuelle Wirkung der Windparks während der Nacht zu reduzieren und somit die Akzeptanz von Windenergie zu erhöhen.

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](#). Die AVV-Novelle sieht unter anderem BNK-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 31.12.2022 geschaffen werden.

Funktion

Light:Guard ist ein transponderbasiertes BNK-System. Das System detektiert Transpondersignale von Flugobjekten und sendet Signale an Windparks wenn sich ein Flugobjekt in einem bestimmten Luftraum am Windpark befindet. Die Betriebszeiten sind von der bürgerlichen Morgendämmerung bis zur Abenddämmerung am Standort des jeweiligen Windparks.

Nach der Abenddämmerung unterdrückt das System die Flugbefehrerung der WEA, wenn sich keine Flugobjekte in der Nähe des Windparks befinden. Während der Nacht, die Flugbefehrerung bleibt ausgeschaltet solange keine

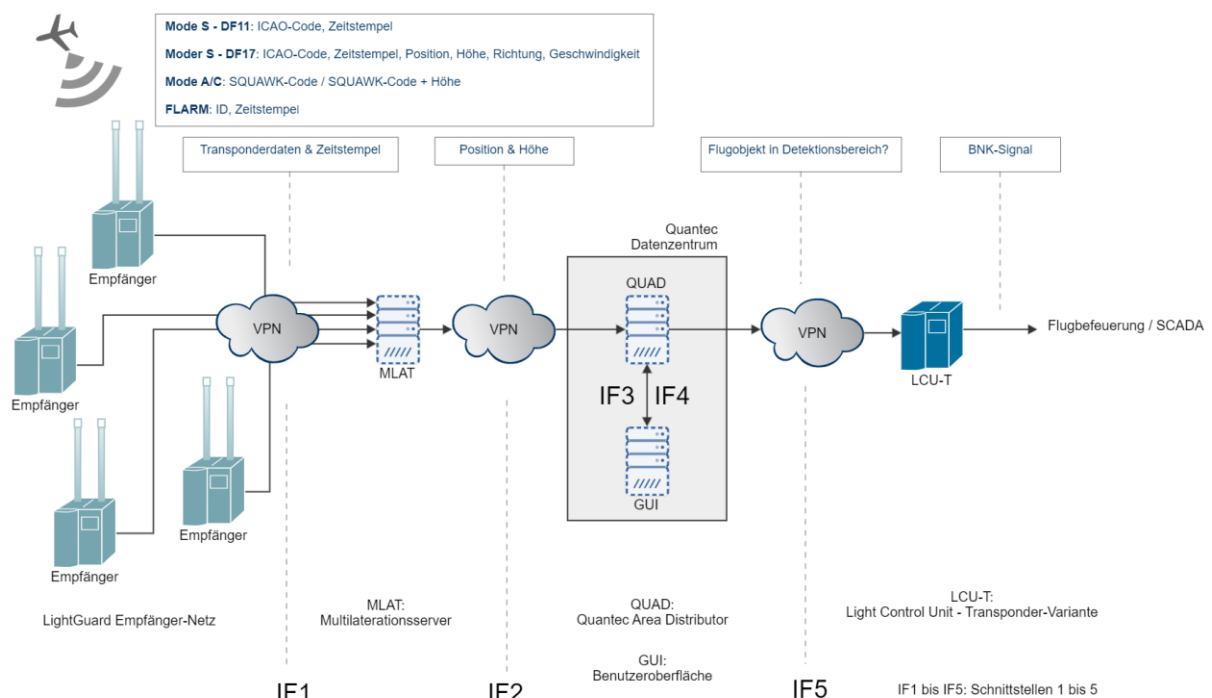
Detektion erfolgt. Wenn das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum erkennt wird die Unterdrückung aufgehoben so dass die Flugbefehreung wieder eingeschaltet wird. Ebenfalls, wenn ein Flugobjekt detektiert aber dessen Position nicht bestimmt werden kann wird die Flugbefehreung aus Sicherheitsgründen eingeschaltet. Die Empfänger können Signale von Mode S-, Mode A/C- oder FLARM-Transpondern detektieren. 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 vorhandener Netzinfrastruktur manipulationssicher zum MLAT Server übermittelt. Wenn ausreichend viele Empfänger das gleiche Signal detektieren, wird anhand der Zeitdifferenzen der empfangenen Signale und Entfernungsunterschiede der Empfänger 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. Am Windpark, die Light Control Unit erhält die Licht-ein/aus Information vom QUAD und gibt den entsprechenden Befehl an die Flugbefehreung oder dem zentralen SCADA-System weiter.

Komponenten

Das LightGuard System besteht aus den folgenden Komponenten:

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

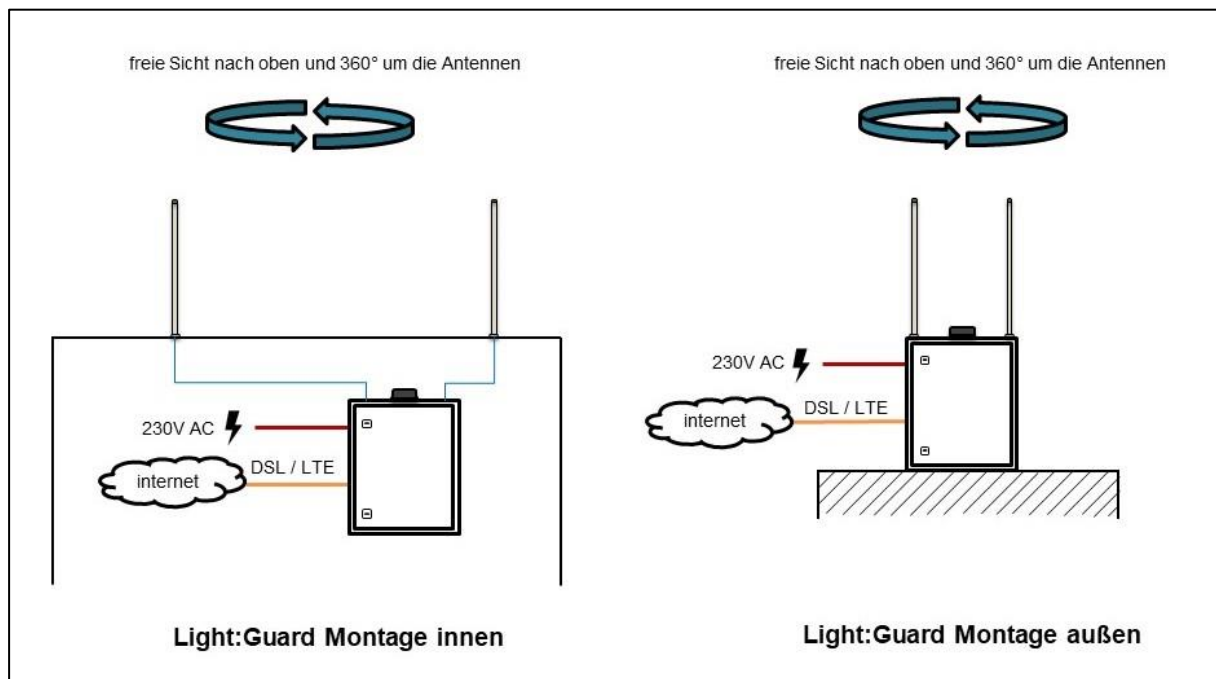
Die folgende Skizze stellt die Funktionsweise des LightGuard Systems schematisch dar:



LightGuard Empfänger

Die LightGuard-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 und optional kann eine Antenne zur Detektion von FLARM Signalen (Frequenz von 868 MHz) angeschlossen werden.

Die Einbaumöglichkeiten des Empfängers sind vielfältig, wie zum Beispiel auf Dächern von Gebäuden, an Funkmasten, in Gondeln von Windenergieanlagen oder auf deren Gondeldächern. Die einzigen Voraussetzungen sind freie Sicht um die Antennen herum und Stromversorgung für den Empfänger.



Für eine detaillierte Beschreibung der Empfänger siehe Referenzen /2/ [R-1090 Receiver User Manual](#) und /3/ [Technical Specifications for the R-1090 Receiver](#)

MLAT Server

Der Server erhält Daten von allen Empfängern und führt die Multilateration durch. Das MLAT-Ergebnis wird dann via WebSocket-Protokoll an den QUAD gesendet. Multilateration ist eine Methode, mit der die Position eines Flugobjektes kalkuliert wird, indem die unterschiedlichen Ankunftszeiten des gleichen Funksignals an verschiedenen Empfängern genutzt werden. Es ist eine bekannte und erprobte Methode in der Luftfahrt. Der Sendezeitpunkt des Signals ist unbekannt und es werden die 3 Raumkoordinaten des Objektes berechnet, daher müssen in einem Multilaterationsalgorithmus mindestens 4 Empfänger ein Signal empfangen um die 3 Koordinaten des Sendeobjektes zu berechnen.

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

r	Entfernung zum Empfänger
---	--------------------------

xi, yi, zi	Koordinaten des Empfängers
x, y, z	Koordinaten des Flugobjektes
tE	Sendezeitpunkt
tA	Empfangszeitpunkt
c	Übertragungsgeschwindigkeit

Für eine detaillierte Beschreibung von MLAT-Server und Algorithmus siehe Referenz /4/ [INVOLI System](#)

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, um die LCUs im Windpark anzusteuern sobald sich ein Flugobjekt im entsprechenden Wirkungsraum befindet. Referenz 5/ [QUAD Description](#) beschreibt in Detail die QUAD-Funktionsweise.

GUI

Die Benutzeroberfläche (Graphical User Interface) ist ein Werkzeug, das externen Benutzern wie beispielsweise die 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. Siehe Referenz /6/ [Light Guard Graphical User Interface](#) für weitere Informationen.

LCU-T

Die Quantec Windpark LCU-T ist die Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernissbefehung und empfängt die Signale für die BNK Steuerung des Windparks. Die Flughindernissbefehung wird über eine individuell mit den Befehungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Befehung kann auf bis zu drei verschiedene Netzwerke innerhalb des Windparks verteilt werden. Somit können auch Mischparks mit unterschiedlichen Herstellern über eine LCU angesteuert werden. Die LCU-T kann sowohl mit den Aktivradarsystemen als auch der Transpondertechnologie verbunden werden. Siehe auch Reference /7/ [Data sheet LCU-T](#).

Schnittstellen

Die Kommunikationsschnittstellen im LightGuard System sind gesondert spezifiziert und werden in den folgenden Dokumenten beschrieben:

/8/ [IF1: Schnittstelle zwischen Empfänger und MLAT-Server](#)

/9/ [IF2: Schnittstelle zwischen MLAT-Server und QUAD](#)

/10/ [IF3: Schnittstellenprotokoll zwischen QUAD und GUI](#)

/11/ [IF4: Schnittstellenprotokoll zwischen GUI und QUAD](#)

/12/ [IF5: LCU-T Steuerungsprotokoll](#)

Sicherheitskonzept

Das BNK-System hat ein Standardsicherheitskonzept für den Normalbetrieb und ein Sicherungsverfahren (fall back) für sonstige Betriebsmodi wie unzureichende Daten oder Unterbrechung der Kommunikation. Das System verwendet unterschiedliche Methoden zur Aktivierung der Flugbefehreung je nach Erkennungsprinzip. Für eine detaillierte Beschreibung des Sicherheitskonzepts siehe Referenz /13/ [Light Guard Detection and Safety Specification](#).

Referenzen

- /1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020
- /2/ R-1090 Receiver User Manual
- /3/ Technical Specifications for the R-1090 Receiver
- /4/ INVOLI System
- /5/ QUAD Description
- /6/ Light Guard Graphical User Interface
- /7/ Data sheet LCU-T
- /8/ IF1: Interface between receiver and MLAT-Server
- /9/ IF2: Interface between MLAT-Server and QUAD
- /10/ IF3: Interface between QUAD and GUI data interface protocol
- /11/ IF4: Interface between GUI and QUAD data interface protocol
- /12/ IF5: Interface Quantec Sensors LCU-T control interface protocol
- /13/ Light Guard Detection and Safety Specification