

light:guard

Systembeschreibung



Light:Guard GmbH
Freiberger Str. 112
01159 Dresden



Inhalt.

Abkürzungen	_3
Situation	_4
Funktionsprinzip	_5
Komponenten	_6
Light:Guard-Receiver	_7
MLAT-Server	_8
Quantec-Datenzentrum	_9
QUAD	
GUI	
LCU-T	_10
Sicherheitskonzept	_10
Referenzen	_11

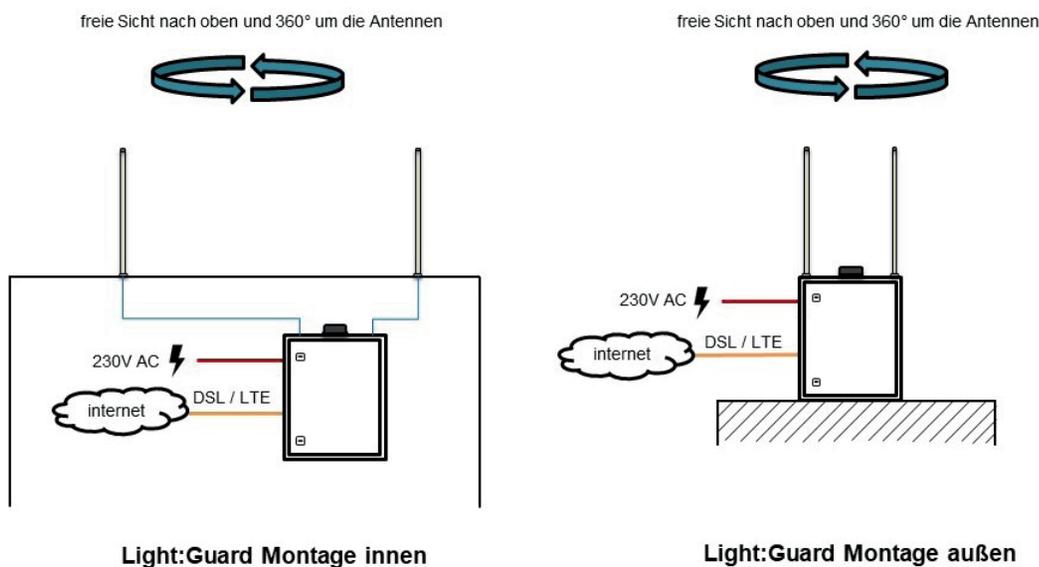
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
BNK	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
LCU-T	Light Control Unit – Transponder Version
IF	Interface/Schnittstelle
MLAT	Multilateration
OEM	Original Equipment Manufacturer
QUAD	Quantec Area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

Hintergrund.

Das Ziel der Bedarfsgesteuerten Nachtkennzeichnung ist eine deutliche Reduzierung der Lichtemissionen. Zugelassen ist diese Technologie bereit seit 2015. Mit der Einführung des § 9 Abs. 8 des Erneuerbare-Energie-Gesetzes (EEG 2017) besteht ab Ende Dezember 2024 eine Ausstattungspflicht für alle kennzeichnungspflichtigen Windenergieanlagen. Die Ausrüstung der betreffenden Windenergieanlagen mit BNK-Systemen für Neuanlagen – wie auch für rund 17.500 Bestandsanlagen – in Deutschland wird vor diesem Hintergrund in den nächsten Jahren von großer Relevanz sein. Die Anforderungen an BNK-Systeme beschreibt die Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV), Ref /1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 – Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020). BNK-Systeme steuern den Ein- und Abschaltvorgang der Flughindernisbefehrerung an Windenergieanlagen: Nur bei Annäherung von Luftfahrzeugen in die jeweilige sicherheitssensible Zone veranlasst die BNK das Einschalten der Befehrerungssysteme. Die AVV-Novelle sieht unter anderem den Einsatz von Systemen 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 31.12.2024 geschaffen werden.

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 mehreren Transponder-Empfängern des Systems detektiert wird. Dieses versieht die empfangenen Signale mit Zeitstempeln im Nanosekundenbereich und mit der Position des Empfängers. Ein eingebautes LTE-Modem oder entsprechende Kommunikationssysteme der Windpark-Infrastruktur übermitteln die erfassten Raum-Zeit-Koordinaten der Empfänger manipulationssicher an den MLAT-Server. Anhand der Zeitdifferenzen der empfangenen Signale und Entfernungsunterschiede der Empfänger berechnet das System die Position des Luftfahrzeugs (Sender), ähnlich dem GPS-Prinzip. Der MLAT-Server übermittelt die Datenkomplexe kontinuierlich an das Datenzentrum, wo der Quantec Area Distributor (QUAD) die Positionen der Flugobjekte, mit denen der Windparks abgleicht. Befindet sich ein Flugobjekt im Detektions-Luftraum des Windparks, sendet der QUAD dessen Informationen an die Light Control Unit (LCU), die in die Windparkinfrastruktur eingebunden ist. Die LCU gibt den entsprechenden Befehl über die Kommunikationsinfrastruktur des Windparks an die Flugbefehrerung weiter. Im Normalzustand ist die Flughindernisbefehrerung an Windenergieanlagen stets eingeschaltet. Das BNK-System unterdrückt die Aktivierung der Befehrerung, solange kein Flugobjekt in der Nähe des Windparks detektiert wird. Erfasst das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum, hebt es die Unterdrückung auf und aktiviert damit die Flughindernisbefehrerung. Die Unterdrückung wird ebenfalls aufgehoben, wenn ein Flugobjekt detektiert, aber dessen Position nicht bestimmt werden kann. Die Transponder-Empfänger sind in der Lage, Signale von Mode S-, Mode A/ Coder FLARM-Transpondern zu detektieren.

Die Einbaumöglichkeiten des Empfängers sind vielfältig. Voraussetzungen sind die Verfügbarkeit der Stromversorgung und freie Sicht für die Antennen. Mögliche Installationsorte sind beispielsweise Dächer von Gebäuden, Funkmasten, in Gondeln von Windenergieanlagen oder auf deren Gondeldächern. Bei den Light:Guard-Receivern handelt es sich um Schaltschränke mit Schutzart IP66, die auch für die Außenmontage geeignet sind. Sie detektieren Funksignale mit einer Frequenz von 1090 MHz und sind redundant mit je zwei Empfängermodulen und zwei Antennen ausgestattet.



Für eine detaillierte Beschreibung der Empfänger siehe Referenzen /2/ Datenblatt Light:Guard-Receiver und /3/ Light:Guard-Receiver Circuit Diagram

MLAT-Server.

Der MLAT-Server empfängt die Daten aller Light:Guard-Receiver 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 ausgewertet werden. Der Sendezeitpunkt des Signals ist in der Regel unbekannt. Für die Bestimmung der exakten Position eines Flugobjektes ist die Berechnung von drei Raumkoordinaten erforderlich. Deshalb müssen für den Multilaterationsalgorithmus mehrere Empfänger das Transpondersignal des Flugobjektes erfassen und melden. Die Übertragung des MLAT-Ergebnisses an den QUAD erfolgt via WebSocket-Protokoll.

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

QUAD

Der Quantec Area Distributor (QUAD) ist eine softwarebasierte Komponente, die eine sehr hohe Anzahl an Daten von Flugobjekten empfängt, irrelevante Daten herausfiltert und die relevanten Daten mit den Positionen der zutreffenden Windparks abgleicht. Der QUAD steuert die LCUs im Windpark an, sobald sich ein Flugobjekt im entsprechenden Wirkungsraum befindet. Die Referenz /5/ QUAD Beschreibung bietet eine detaillierte Beschreibung der Funktionsweise des QUAD.

GUI

Die Benutzeroberfläche (Graphical User Interface oder GUI) ist ein Werkzeug, das externen Benutzer*innen – beispielsweise der Bundeswehr – den Zugriff zum BNK-System ermöglicht. Die Anmeldung erfolgt mit Nutzernamen und Passwort. Der*die Benutzer*in kann Flugbahnen visualisieren und das BNK-System ein- oder ausschalten. Siehe Referenz /6/ Light:Guard Graphical User Interface für weitere Informationen.

LCU-T

Die LCU-T ist eine im Windpark installierte Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernisleuchtung. Dabei wird die Beleuchtung über eine individuell mit den Beleuchtungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Flughindernisleuchtung kann auf bis zu drei verschiedene Netzwerke innerhalb des Windparks verteilt werden. So kann eine LCU-T auch Mischparks mit WEA unterschiedlicher Hersteller ansteuern. Die LCU-T muss in räumlicher Nähe zur BNK-Schnittstelle platziert werden, ebenso werden ein Strom- und Internetanschluss benötigt.

Detaillierte Informationen finden Sie in der Referenz /7/

Sicherheitskonzept

Das light:guard-System integriert ein Standardsicherheitskonzept für den Normalbetrieb und ein Sicherungsverfahren (fall back) für sonstige Betriebsmodi wie unzureichende Daten oder Unterbrechung der Kommunikation. Dieses schaltet bei einem Ausfall des Systems die Unterdrückung der Beleuchtung ab. Damit wird in jedem Fall die Situation verhindert, dass sich Flugobjekte dem Windpark bei ausgeschalteter Beleuchtung nähern und eventuelle Gefahrensituationen entstehen. Referenz /13/ Light:Guard Detection and Safety Specification

- /1/ BAAnz 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/ IF2: Interface between MLAT-Server and QUAD
- /9/ IF3: Interface between QUAD and GUI data interface protocol
- /10/ IF4: Interface between GUI and QUAD data interface protocol
- /11/ IF5: Interface Quantec Sensors LCU-T control interface protocol
- /12/ Light:Guard Detection and Safety Specification

References.