

light:guard

Systembeschreibung



Light:Guard GmbH
Freiberger Str. 112
01159 Dresden



Inhalt.

Abkürzungen	_3
Hintergrund	_4
Eigenschaften	_5
Komponenten	_6
Light:Guard-Receiver	_7
MLAT-Server	_8
QUAD-Server	_9
Light Control Unit	_9
Schnittstelle	_9
Schutz und Sicherheit	_10
Funktionalität des Systems	_10
Sicherheit von IT-Netzen	_10 & 11
Referenzen	_11

ADLS	Aircraft Detection Lighting System
AVV	Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen
BNK	Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz/Renewable Energy Sources Act
IF	Interface/Schnittstelle
LCU	Light Control Unit
LGR	Light:Guard-Receiver
LTE	Long Term Evolution 4G wireless broadband
MLAT	Multilateration
OEM	Original Equipment Manufacturer
QUAD	Quantec Area Distributor
SCADA	Supervisory Control and Data acquisition
WAN	Wide Area Network
WEA	Windenergieanlage

Hintergrund.

In der EEG-Novelle von 2019 wird der Einsatz einer Bedarfs-gesteuerten Nachtkennzeichnung (BNK) für alle Windenergieanlagen (WEA) eingeführt, um die Lichtemissionen der verwendeten Flughindernisleuchtung in der Nacht zu reduzieren und damit die Akzeptanz der Bevölkerung für die Windenergie zu erhöhen.

Für alle zukünftigen und bereits errichteten Windkraftanlagen muss geprüft werden, ob die Anforderungen der Verordnung erfüllt sind. Ist dies nicht der Fall, müssen die Voraussetzungen für die Hindernisleuchtung sowie für die BNK-Steuerung bis zum aktuellen Stichtag 31. Dezember 2024 erfüllt sein. Die Regelung ist in der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen (AVV) beschrieben.

Nach ihrer neuesten Fassung vom 24. April 2020, zuletzt geändert am 15. Dezember 2023, kann die BNK-Pflicht auch mit Systemen erfüllt werden, die Flugzeug-Transpondersignale auswerten. Für weitere Details siehe /1/ BAnz AT 30.04.2020 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020 und /2/ BAnz AT 28.12.2023 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 15. Dezember 2023.

Das light:guard-System ist ein transponderbasiertes BNK-System. Es erfasst Transpondersignale von Flugobjekten und sendet Signale an Windparks, sobald ein Flugzeug in einen definierten Bereich (Wirkraum) um den Windpark eintritt. Das System sendet die Signale im Zeitraum der bürgerlichen Abenddämmerung bis zur bürgerlichen Morgendämmerung in den entsprechend verbundenen Windparks.

Befindet sich in dieser Zeit kein mit Transponder gekennzeichnetes Flugzeug in der Nähe des Windparks, unterdrückt das System die Hindernisbefeuerng der WEA. Dieser Zustand bleibt bestehen, bis das System ein Transpondersignal in unmittelbarer Nähe des definierten Wirkraum um einen Windpark erfasst. Darauf folgt eine Aufhebung des Unterdrückungssignals, die Hindernisbefeuerng ist aktiv. Auch wenn ein Flugzeug erkannt wird, aber seine Position nicht eindeutig bestimmt werden kann, werden die Lichter aus Sicherheitsgründen aktiviert.

Das light:guard-System detektiert 1090-MHz-Transpondersignale vom Typ:

- Mode A/C
- Mode S
- ADS-B

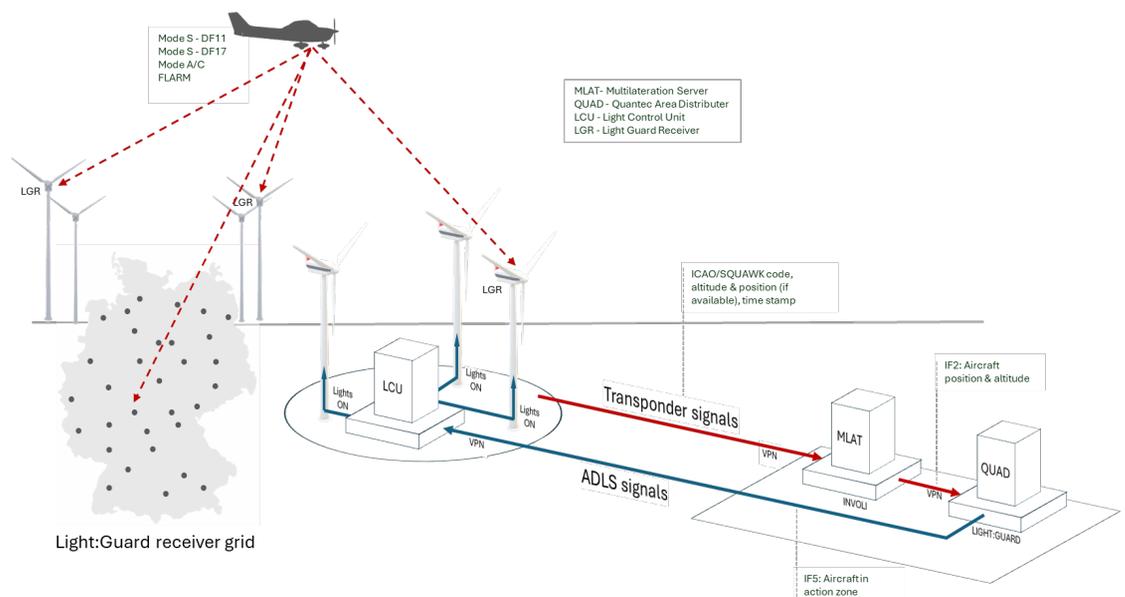
sowie FLARM-Transponderdaten. Die empfangenen Signale erhalten an den Empfängern einen Zeitstempel mit Nanosekundengenauigkeit und Informationen über die Empfängerposition. Die Daten werden über eine bestehende Ethernet-Verbindung oder über LTE via VPN an das Datenzentrum gesendet. Wenn im Datenzentrum genügend Empfänger das Signal desselben Flugzeugs erkennen, wird dessen Position durch den MLAT-Algorithmus unter Verwendung der Multilaterationsmethode bestimmt. Eine getrennte Einheit im Datenzentrum, der Quantec Area Distributor (QUAD), vergleicht die Positionen der empfangenen Flugzeugtransponder und gleicht sie mit den Positionen der Windparks ab.

Die im Windpark installierte Light Control Unit (LCU) empfängt die Informationen zur Aktivierung oder Unterdrückung der Hindernisbefeuerng vom QUAD und gibt den entsprechenden Befehl an die Hindernisfeuer oder an das zentrale SCADA-System weiter. Das System ist mit einer Hindernisbefeuerng mit Infrarotlicht zu verwenden. Das System arbeitet gemäß den AVV-Vorschriften, indem es nur Aktivierungs- und Deaktivierungsbefehle an Hindernisfeuer sendet, die für das menschliche Auge sichtbar sind.

Komponenten.

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

- Light:Guard-Receiver (LGR)
- MLAT-Server
- QUAD-Server
- Light Control Unit (LCU)
- Schnittstelle

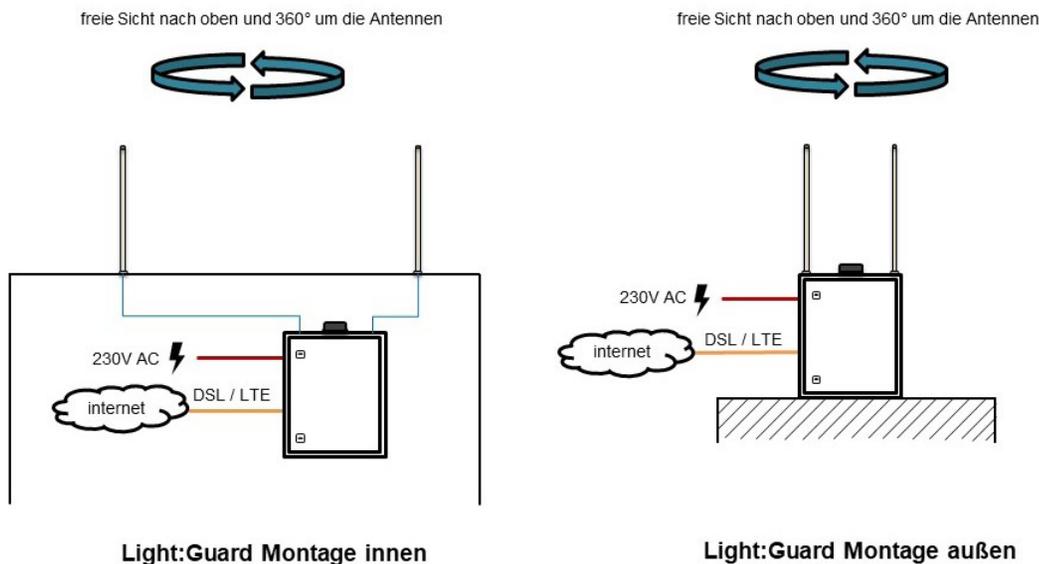


Die obige Abbildung zeigt die wesentliche Funktionsweise des light:guard-Systems.

Light:Guard-Receiver

Bei den Empfängern zur Luftraumüberwachung handelt es sich um Schaltschränke der IP-Schutzklasse 65 mit zugehörigen Antennen, die auf dem Gondeldach einer Windkraftanlage in redundanter Anordnung installiert werden. Die LGRs erfassen Funksignale in der Frequenz 1090 MHz und verfügen über zwei Module mit je zwei Antennen, um die Redundanz zu gewährleisten. Jeder Empfänger ist mit einer kombinierten GPS- und LTE-Antenne verbunden und kann optional auch FLARM-Signale (Frequenz 868 MHz) erfassen.

Es gibt mehrere Möglichkeiten für die Installation des LGRs: auf Gebäudedächern, an Funkmasten, in der Gondel von Windkraftanlagen oder auf deren Dach sowie an weiteren Orten. Voraussetzung ist eine freie Sicht der Antennen, eine Internetanbindung und die Stromversorgung des Systems.



Die obige Abbildung zeigt einen LGR-Schaltschrank mit Antennen (weitere Informationen siehe Datenblatt LGR/3/)

MLAT-Server

Der Multilaterationsserver (MLAT-Server) verarbeitet die von den Empfängern detektierten Luftverkehrsdaten. Der Server wird extern im Rechenzentrum von Involi, dem Kooperationspartner von Light:Guard, gehostet. Neben der Dekodierung und Typisierung besteht die Hauptaufgabe des Servers darin, aus den empfangenen Transponderdaten die genaue Luftraumposition eines Luftraumteilnehmers zu bestimmen. Der Server ist in der Lage, verschiedene Methoden zur Verarbeitung der eingehenden Luftverkehrsdaten zu berechnen, die Hauptmethode ist die Multilateration, die dem Server seinen Namen gibt.

Bei der Multilateration handelt es sich um eine Technik zur Berechnung der Position eines mit Transponder gekennzeichneten Luftraumteilnehmers anhand der Laufzeitunterschiede der ankommenden Transpondersignale an verschiedenen Empfängern (LGRs) des Light:Guard-Netzwerks. Der wesentliche Ansatz der gewählten Multilaterationsmethode besteht darin, die geschätzte Position eines Luftraumteilnehmers durch Minimierung des Fehlers zwischen gemessener und berechneter Laufzeit des Funksignals zu erhalten. Da die Sendezeit des Transponder-Funksignals nicht bekannt ist, muss sie entlang der drei räumlichen Dimensionen berechnet werden. Daher erfordert der Multilaterationsalgorithmus, dass mindestens vier Empfänger eine Nachricht erfassen, um eine dreidimensionale Positionsermittlung zu berechnen.

Neben der Multilateration werden auf dem MLAT-Server weitere Verarbeitungsschritte für den Fall durchgeführt, dass die Position nicht durch Multilateration bestimmt werden kann. Hierfür werden Filter verwendet, die die empfangene Transpondersignalstärke dämpfen. Die Schwellwerte der Filter werden über die standortspezifische Prüfung evaluiert, diese Methode wird als Schwellwertverfahren bezeichnet. Multilaterale Positionen und Positionen aus dem Schwellwertverfahren werden über das WebSocket-Protokoll zur Weiterverarbeitung an den QUAD übertragen. Detaillierte Informationen über den

QUAD-Server

Der Quantec Area Distributor (QUAD) ist ein Server, der die verarbeiteten Transponderdaten des MLAT-Server empfängt. Die bereitgestellten Daten werden in Relation zu den geografischen Informationen der Windparks gesetzt. Nähert sich ein Transpondersignal eines Luftraumteilnehmers den BNK-Wirkbereich (Vorgabe gemäß AVV) eines Windparks, wird ein Lights-on-Befehl, spätestens beim Eintritt des Transpondersignals in den Wirkbereich, an die Light Control Unit (LCU) gesendet. Eine ausführliche Beschreibung der Funktionsweise des QUAD wird in der Referenz /5/ gegeben.

Light Control Unit

Die Light Control Unit (LCU) ist die Steuereinheit für die Flug-Hindernisbefeuerng, die die Signale vom QUAD empfängt, mit der Hindernisbefeuerng kommuniziert und alle Daten protokolliert. Die LCU steuert die Hindernisfeuer über die vom WEA-Hersteller spezifizierte BNK-Schnittstelle. Die Ansteuerung der Flughindernisbefeuerng kann auf mehrere herstellerunabhängige Netze innerhalb des Windparks verteilt werden. Die LCU kann Signale von aktiven Radarsystemen oder von transponderbasierten Detektionssystemen verarbeiten. Es besteht darüber hinaus die Möglichkeit, eine benannte Stelle zur externen Ansteuerung anzuschließen. Die technische Beschreibung der aktuellen LCU-Generation ist über die Referenz /10/ einsehbar, weitere Informationen zur Funktionalität der LCU sind unter Referenz /6/ aufgeführt.

Schnittstelle

Die für den BNK-Betrieb relevanten Verbindungen sind IF2 und IF5 (vergleiche Abbildung 3: Netzwerkanordnung des light:guard-Systems). Diese Schnittstellen werden in den separaten Dokumenten beschrieben (siehe Referenzen /7/ und /8/).

Dem light:guard-System liegt ein umfassendes Sicherheits- und Schutzkonzept für die Systemfunktionalität und Netzwerksicherheit zugrunde.

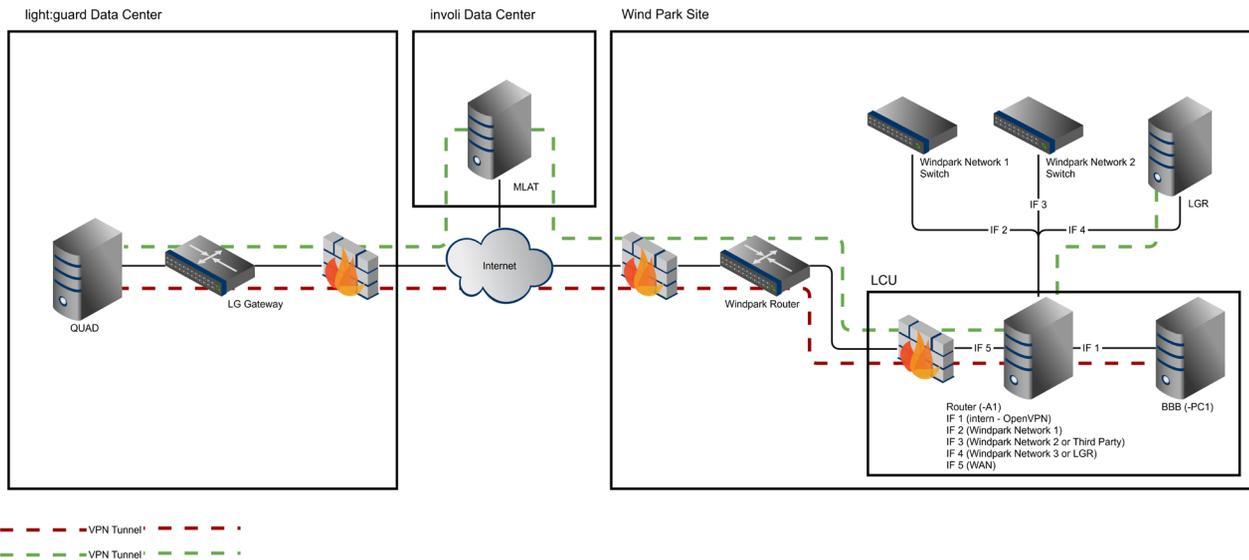
Funktionalität des Systems

Das Sicherheitskonzept des light:guard-System setzt sich aus den aktuellen technologischen Erkenntnissen und gesetzlichen Anforderungen zusammen. Das Sicherheitskonzept liegt einer differenzierten Unterscheidung für den Normalbetrieb und einer möglichen Systemstörung zugrunde. Mögliche Quellen einer Störung können die unzureichende Datenübertragung oder der Kommunikationsausfall zwischen verschiedenen Schnittstellen sein. Für die Luftraumüberwachung verwendet das System verschiedene Bestimmungsprinzipien (MLAT-Server) zur Steuerung der Hindernisbefeuerung. Eine ausführliche Beschreibung der Sicherheit für die Systemfunktionalität ist der Referenz /9/ zu entnehmen.

Sicherheit von IT-Netzen

Alle Komponenten des light:guard-Systems greifen auf den gleichen technologischen Ansatz des IT-Sicherheitsystems zurück. Die IT-Systeme entsprechen dem Industriestandards und kommunizieren über verschlüsselte VPN-Tunnelverbindungen und Firewalls zwischen dem light:guard-Rechenzentrum und den Windparks. Die Steuerung der Flughindernisbefeuerung im Windpark erfolgt über eine vom Internet getrennte Ethernet-Verbindung und ist über die Internetverbindung nicht erreichbar. Alle Komponenten des light:guard-Systems verfügen über Sicherheitseinstellungen, die für jeden Standort individuell konfiguriert werden.

Die gesamte sicherheitsrelevante Kommunikation des light:guard-Systems über das Internet, einschließlich Fernüberwachung und -wartung, erfolgt ausschließlich über die verschlüsselten VPN-Tunnelverbindungen.



Die obige Abbildung zeigt die beispielhafte Anordnung des light:guard-Systems

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

/2/ BAnz AT 28.12.2023 B4 - Allgemeine Verwaltungsvorschrift zur Änderung der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 15. Dezember 2023

/3/ Datasheets Light:Guard Receiver MK3 and MK5, plus datasheets GPS, FLARM, ADS-B antennas

/4/ light:guard-System - Detection and Safety Specification Part 2

/5/ light:guard-System - QUAD Description

/6/ light:guard-System - LCU Description

/7/ light:guard-System - IF2: MLAT-System to QUAD data interface protocol

/8/ light:guard-System - IF5: QUAD to LCU modbus interface protocol

/9/ light:guard-System - Detection and Safety Specification Part 1

/10/ Datasheets Light:Guard LCU MK3 and MK6

Referenzen.