

Restricted  
Dokument Nr.: 0107-7307.V01  
2023-07-10

# Option Light:Guard Transponder System

## Inhaltsverzeichnis

Light:Guard Systembeschreibung	...Seite 3 - 9
Anlage 1: Datenblatt Light:Guard Receiver	...Seite 10 – 14
Anlage 2: Datenblatt LCU-T	...Seite 15 - 19
Anlage 3: Light:Guard ISO9001 Zertifikat	...Seite 20
Anlage 4: Light:Guard Baumusterprüfung	...Seite 21

**Dies Dokument dient nur zur Information und stellt keine oder bildet keine Gewährleistung, Garantie, Zusicherung, Versprechen, Haftung oder eine andere Zusicherung des Zulieferers dar, sämtliches wird vom Lieferanten zurückgewiesen, ausgenommen es wurde im Rahmen einer schriftlichen Zusage des Zulieferers anderswo vereinbart.**

**Wir weisen Sie darauf hin, dass dies Dokument einschließlich der vorgenannten Angaben zu den Rohbaukosten der Anlagenkomponenten Änderungen unterliegen können.**

# Light Guard Systembeschreibung

Letzte Anpassung:

2022-04-21

**Light:Guard GmbH**

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

[www.light-guard.com](http://www.light-guard.com)  
[info@light-guard.com](mailto:info@light-guard.com)

Inhaltsverzeichnis

Abkürzungen ..... 3

Einführung ..... 3

Funktion..... 3

Komponenten..... 4

LightGuard Empfänger..... 4

MLAT Server ..... 5

Quantec Datenzentrum..... 6

    QUAD..... 6

    GUI..... 6

LCU-T ..... 6

Schnittstellen ..... 6

Sicherheitskonzept..... 6

Referenzen..... 7

## 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 31.12.2023 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 Flugbefeuerung der WEA, wenn sich keine Flugobjekte in der Nähe des Windparks befinden. Während der Nacht, die Flugbefeuerung bleibt ausgeschaltet solange keine Detektion erfolgt. Wenn das System ein Flugobjekt im betreffenden Luftraum erkennt wird die Unterdrückung aufgehoben so dass die Flugbefeuerung wieder eingeschaltet wird. Ebenfalls, wenn ein Flugobjekt detektiert aber dessen Position nicht bestimmt werden kann wird die Flugbefeuerung 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.

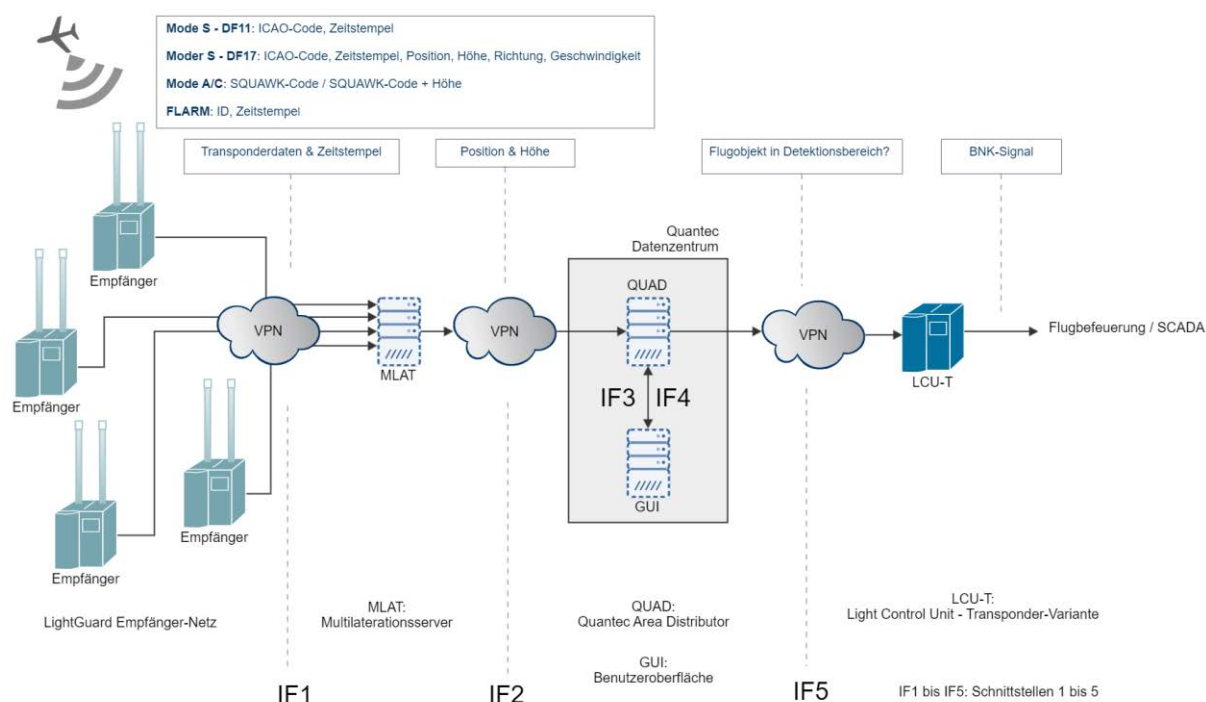
Am Windpark, die Light Control Unit erhält die Licht-ein/aus Information vom QUAD und gibt den entsprechenden Befehl an die Flugbefeuerung oder dem zentralen SCADA-System weiter.

## 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:

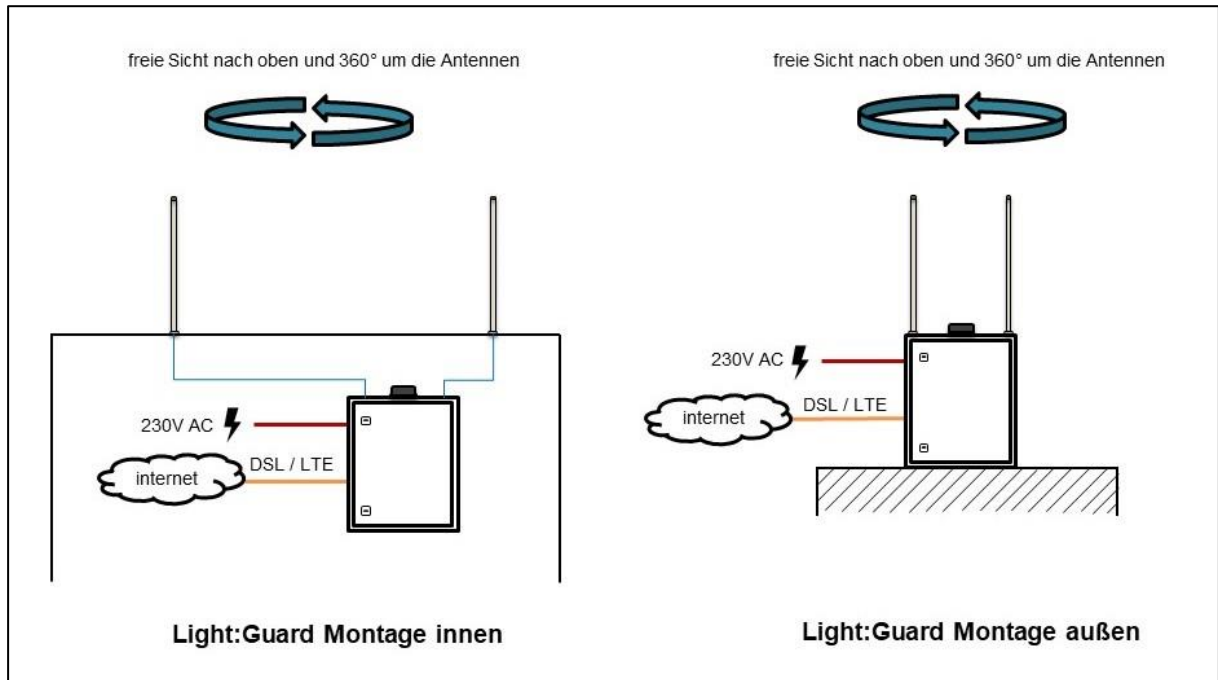


## LightGuard Empfänger

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.

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

r	Entfernung zum Empfänger
$x_i, y_i, z_i$	Koordinaten des Empfängers
$x, y, z$	Koordinaten des Flugobjektes
$t_i$	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 Flughindernisbefeuerung und empfängt die Signale für die BNK Steuerung des Windparks. Die Flughindernisbefeuerung wird über eine individuell mit den Befeuerungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Befeuerung 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 Flugbefeuerung 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



# Datenblatt Light:Guard Receiver

**Light:Guard GmbH**

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

[www.light-guard.com](http://www.light-guard.com)  
[info@light-guard.com](mailto:info@light-guard.com)

Der Light:Guard Receiver (LGR) erfasst über die angeschlossenen Antennen Transpondersignale von Flugobjekten und leitet diese an das Datenzentrum weiter.



## Hauptmerkmale

- Transponder Empfangseinheit für Mode A/C/S, ADS-B & FLARM
- Übertragung von Daten an das Light:Guard Rechenzentrum
- Interne Leistungsüberwachung & Systemdiagnose
- Blitz- & Überspannungsschutz an allen Anschlüssen

## Einsatzgebiete

- Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung von Windkraftanlagen

## Netzwerkanforderungen

- WAN Schnittstelle
  - Min. Uploadrate: 512 kbit/s
  - Min. Downloadrate: 512 kbit/s
  - Verzögerung: <1000 ms zum Rechenzentrum
  - Datenverbrauch: 2GB/Tag

## Funktionsbeschreibung

Der LGR empfängt Radiosignale zur weiteren Auswertung des Luftraums auf Flugverkehr.

## Technische Daten

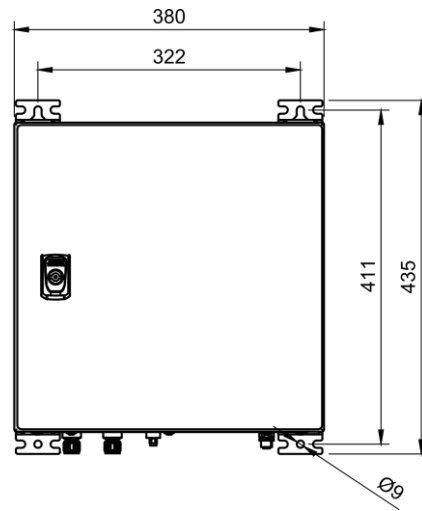
Allgemein	LGR
Artikelnummer	14004

Allgemein	LGR
Konformität	CE, RoHS
<b>Elektrische Eigenschaften</b>	
Versorgungsnennspannung	100 V AC ... 240 V AC
Eingangsspannung-Frequenz	50 Hz ... 60 Hz $\pm 10$ %
Absicherung	6 A (Charakteristik B, C, D, K)
Stromverbrauch	<150W
<b>Schnittstellen</b>	
Art	
RJ45	Netzwerkanschluss für die Internetverbindung
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	
Dimension:	(H $\times$ B $\times$ T) 384 x 380 x 218mm 435 x 380 x 238mm inklusive Wandhalterung
Gewicht	15kg
IP Schutzklasse	IP65
Schutzklasse	1
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Betriebstemperaturbereich	-25 °C ... +55 °C
Lagertemperaturbereich	-25 °C ... +85 °C
Relative Luftfeuchte	5 to 95% r.H. ohne Betauung
Höhenbereich	0 to 2000 m (0 to 6560 ft)
Normen	
EMV	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIN EN 61000-6-3:2011-09 +BER:2012-11</li> <li>DIN EN 61000-3-2:2015-03</li> <li>DIN EN 61000-3-3:2014-04</li> <li>DIN EN 61000-6-3:2011-09 +BER:2012-11</li> <li>DIN EN 61000-6-2:2019-11</li> </ul>
IP Schutzklasse	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIN EN 60529:2014-09</li> </ul>

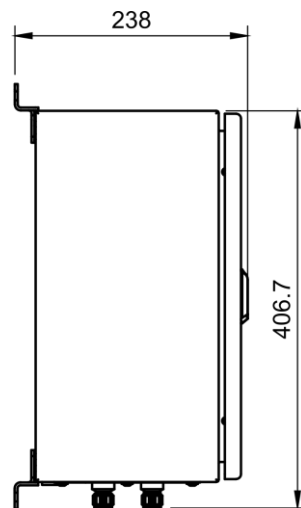
## Maße

Alle Angaben in mm

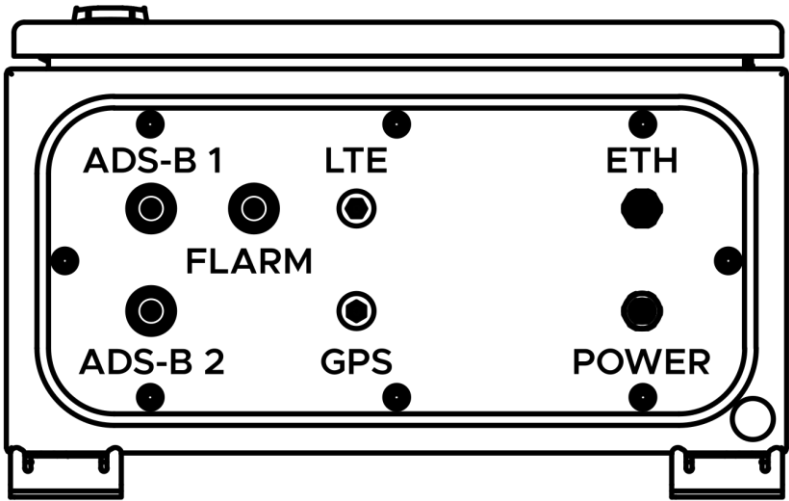
## Vorderansicht



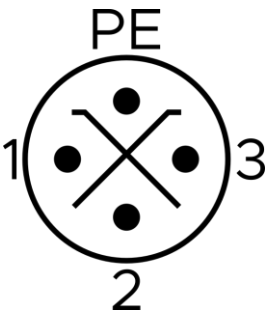
## Seitenansicht



ANSCHLÜSSE



Beschreibung

Bezeichnung	Steckertyp	Beschreibung								
ADS-B 1	Koaxial N Stecker	Anschluss erste Transponder Antenne								
ADS-B 2	Koaxial N Stecker	Anschluss zweite Transponder Antenne								
FLARM	Koaxial N Stecker	Anschluss FLARM Antenne								
LTE	SMA Stecker	Anschluss LTE Antenne (optional)								
GNSS	SMA Stecker	Anschluss GPS/GLONASS/GALILEO Antenne								
ETH	M12 Buchse D-kodiert	Anschluss Netzkabel (100BASE-TX, CAT6)								
POWER	M12 Stecker S-kodiert	<div><table><tr><td>PE</td><td>PE</td></tr><tr><td>1</td><td>L</td></tr><tr><td>2</td><td>Nicht genutzt</td></tr><tr><td>3</td><td>N</td></tr></table></div>	PE	PE	1	L	2	Nicht genutzt	3	N
PE	PE									
1	L									
2	Nicht genutzt									
3	N									

## Datenblatt LCU-T

**Light:Guard GmbH**

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

[www.light-guard.com](http://www.light-guard.com)  
[info@light-guard.com](mailto:info@light-guard.com)

Die Light Control Unit (LCU-T) ist die windparkseitige Schnittstelle zum BNK System.



## Hauptmerkmale

- Windpark Steuerungsschrank für bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung
- Gesicherte VPN Verbindung für den Signalempfang
- Steuerung der Flughindernisbefeuerung über Modbus TCP Schnittstelle
- Steuerung von Enercon, Senvion, Siemens, GE, Vestas, Nordex & Vensys Flugbefeuerungen
- Verteilen von Signalen auf unterschiedliche Netzwerke
- Protokollierung des BNK Systems und Fehlermeldungen von der Flughindernisbefeuerung
- Steuerung der Befeuerung durch Aktivradar- oder Transpondertechnologie

## Einsatzgebiete

- Bedarfsgesteuerte Nachtkennzeichnung von Windkraftanlagen

## Netzwerkanforderungen

- WAN Schnittstelle
  - Min. Uploadrate: 512 kbit/s
  - Min. Downloadrate: 1 Mbit/s
  - Verzögerung: <1000 ms zum Rechenzentrum
  - Datenvolumen 10 GB/Monat
- LAN Schnittstelle
  - Min. Datenübertragungsrate: 1 Mbit/s
  - Verzögerung: <200 ms zur Befeuerungssteuerung

## Funktionsbeschreibung

Die Windpark LCU-T ist die Steuerungseinheit für die windparkinterne Flughindernisbefeuerung und empfängt die Signale für die BNK Steuerung des Windparks. Die Flughindernisbefeuerung wird über eine individuell mit den Befeuerungsherstellern entwickelte Schnittstelle angesteuert. Die Steuerung der Befeuerung 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.

## Technische Daten

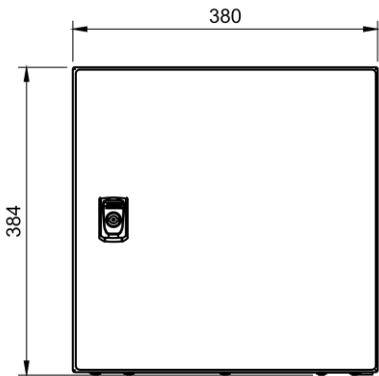
Allgemein	LCU-T
Artikelnummer	50044
Konformität	CE, RoHS
<b>Elektrische Eigenschaften</b>	
Versorgungsnennspannung	100 V AC ... 240 V AC
Eingangsspannung-Frequenz	50 Hz ... 60 Hz $\pm 10\%$
Absicherung	6A (Charakteristik B, C, D, K)
Stromverbrauch	<150W
<b>Schnittstellen</b>	
Art	
RJ45	Netzwerkanschluss für die Internetverbindung
RJ45	Netzwerkanschluss für das interne Netzwerk/SCADA System
RJ45	Zusätzlicher Netzwerkanschluss für das interne Netzwerk/SCADA System/Servicezugang
RJ45	Light:Guard Receiver Anschluss
<b>Physikalische Eigenschaften</b>	
Dimension:	(H x B x T) 384 x 380 x 218mm 435 x 380 x 238mm inklusive Wandhalterung
Gewicht	15kg
IP Schutzklasse	IP55
Schutzklasse	1
<b>Umgebungsbedingungen</b>	
Betriebstemperaturbereich	-25 °C ... +60 °C
Lagertemperaturbereich	-25 °C ... +85 °C
Relative Luftfeuchte	5 to 95% r.H. ohne Betauung
Höhenbereich	0 to 2000 m (0 to 6560 ft)
Normen	
EMV	<ul style="list-style-type: none"> <li>DIN EN 61000-6-3:2011-09 +BER:2012-11</li> <li>DIN EN 61000-3-2:2015-03</li> </ul>

Allgemein	LCU-T
	<ul style="list-style-type: none"><li>DIN EN 61000-3-3:2014-04</li><li>DIN EN 61000-6-3:2011-09 +BER:2012-11</li><li>DIN EN 61000-6-2:2019-11</li></ul>
IP Schutzklasse	<ul style="list-style-type: none"><li>DIN EN 60529:2014-09</li></ul>

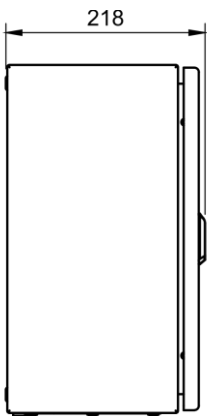
Dimension

Alle Angaben in mm

Vorderansicht



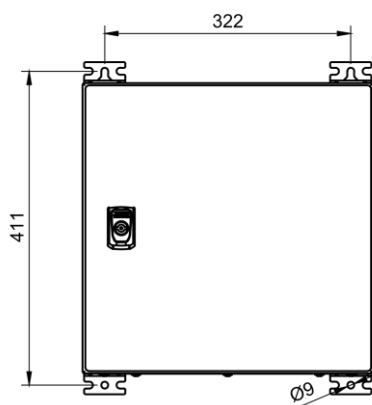
Seitenansicht



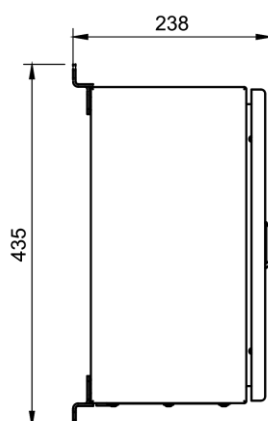
## Anschlussmaße

Alle Angaben in mm

### Vorderansicht



### Seitenansicht





# ZERTIFIKAT

für das Managementsystem nach

## DIN EN ISO 9001:2015

Der Nachweis der regelkonformen Anwendung wurde erbracht.



Light:Guard GmbH  
Krendelstr. 32  
DE-30916 Isernhagen

Geltungsbereich:

Entwicklung, Projektierung und Realisierung von elektromagnetischen und elektronischen Systemen einschließlich Software

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

Zertifikat gültig von 2023-07-10 bis **2026-07-09**

Auditbericht-Nr. 4418 5685



Deutsche  
Akkreditierungsstelle  
D-ZM-14137-01-01

Freigabe: Darmstadt, 2023-07-05  
Zertifizierungsstelle des TÜV Hessen  
– Der Zertifizierungsstellenleiter –

SEITE 1 VON 1.

Diese Zertifizierung bestätigt die Einführung und Aufrechterhaltung des o.a. Managementsystems und wird regelmäßig überwacht.  
Die aktuelle Gültigkeit ist nachprüfbar unter [www.proficert.com](http://www.proficert.com). Originalzertifikate enthalten ein aufgeklebtes Hologramm.  
TÜV Technische Überwachung Hessen GmbH, Robert-Bosch-Straße 16, D-64293 Darmstadt, Tel. +49 6151/600331 Rev-DE-2210

# 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 1. Februar 2022, gemäß des Anhangs 6 Nummer 2 der Allgemeinen Verwaltungsvorschrift zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen vom 24. April 2020 (AVV) sowie der Standard Offshore-Luftfahrt Teil 5 zur Kennzeichnung von Luftfahrthindernissen in der AWZ vom 17.08.2020 (SOLF) abgeschlossen hat. Die Erteilung dieses Zertifikats unterliegt den beigefügten Bedingungen.

Zertifikats-Nummer: 021

Langen, den 07.02.2022



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



**DFS** Aviation Services