

Restricted  
V-CEU Dokument Nr.: 0028-0787 V05  
2013-08-23

# Option

## Schattenwurfmodul

### Allgemeine Spezifikation

## Inhalt

1	<b>Allgemeine Hinweise</b> .....	3
2	<b>Schattenwurfproblematik</b> .....	3
3	<b>Funktionsweise</b> .....	3
4	<b>Planerische Informationen</b> .....	3
5	<b>Lichtsensoren(en)</b> .....	4
6	<b>Programmierung</b> .....	4
7	<b>Protokollfunktion</b> .....	5
8	<b>Modem (optional)</b> .....	5
9	<b>Sonderabschaltungen (optional)</b> .....	5
10	<b>Installation</b> .....	5
11	<b>Technische Daten des Schattenwurfmoduls</b> .....	8
12	<b>Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Fernüberwachung“</b> .....	9
13	<b>Anschlussplan Lichtsensor und Abschaltmodul</b> .....	10
14	<b>Abkürzungsverzeichnis</b> .....	12

Dies Dokument ist gültig für den Vertriebsbereich Deutschland von Vestas Central Europe.

## 1 Allgemeine Hinweise

Im Folgenden ist eine kurze allgemeine Information zur Schattenwurfproblematik sowie die Einzelheiten des optional erhältlichen Schattenabschaltmoduls der Fa. GL Garrad Hassan GmbH / NorthTec GmbH & Co. KG beschrieben.

## 2 Schattenwurfproblematik

Der Betrieb von Windenergieanlagen (WEA) verursacht bei Sonnenschein periodischen Schattenwurf, der an umliegenden Gebäuden zu erheblichen Belästigungen im Sinne des Bundesimmissionsschutzgesetzes (BImSchG) führen kann. Aus diesem Grund findet sich in den Baugenehmigungen zur Errichtung von WEA immer häufiger die Auflage, die WEA mit einer automatischen Abschaltvorrichtung auszurüsten, um sicherzustellen, dass keine umliegenden Gebäude über die geltenden Richtwerte hinaus durch Schattenwurf belästigt werden. Hierbei muss oftmals auch der Schattenwurf von schon länger bestehenden WEA als Vorbelastung berücksichtigt werden. Das hier vorgestellte Schattenwurfmodul bietet die technische Lösung zur Einhaltung dieser Auflage in Verbindung mit der Fernüberwachung VestasOnline™.

## 3 Funktionsweise

Mit Hilfe eines oder mehrerer Lichtsensoren wird annähernd sekundengenau die Intensität des Sonnenlichts festgestellt. Auf Basis dieser Ergebnisse wird beurteilt, ob das direkte Sonnenlicht ausreichend hoch ist, damit Schattenwurfeffekte auftreten können. Zeitgleich berechnet das Schattenwurfmodul, ob an einem der Immissionsorte (IO) aufgrund des aktuellen Sonnenstandes Schattenwurf möglich ist. Wird für einen IO gleichzeitig ausreichend starkes Sonnenlicht und möglicher Schattenwurf festgestellt, werden die Zähler für die tägliche und jährliche Schattenwurfbelastung im Minutentakt aktualisiert. Bei Überschreitung eines eingestellten Grenzwertes wird die Schattenwurf verursachende Windenergieanlage für die Dauer des Schattenwurfes abgeschaltet.

## 4 Planerische Informationen

Ein Schattenwurfmodul kann den Schattenwurf von 50 WEA an bis zu 300 IO überwachen. Jede WEA kann bei Bedarf vom Schattenwurfmodul ausgeschaltet werden. Zur Ansteuerung der WEA wird das parkinterne Netzwerk verwendet. Die Programmierung erfolgt auf Grundlage einer betreiberseitig beizustellenden Schattenwurfprognose, in der eventuell vorhandene Vorbelastungen ebenfalls berücksichtigt werden sollten. Die IO, die in der Schattenwurfprognose Grenzwertüberschreitungen aufweisen, werden vor Ort gesichtet und eingemessen. Die ermittelten Koordinaten der IO und WEA werden dann zur Programmierung des Schattenwurfmoduls genutzt. Das nachträgliche Einfügen weiterer IO oder WEA ist problemlos möglich.

## 5 Lichtsensor(en)

Der Lichtsensor misst die Lichtstärke des sichtbaren Spektrums des Sonnenlichts in vier Himmelsrichtungen. Der integrierte Microcontroller bestimmt anhand dieser vier Messwerte den direkten Anteil des Sonnenlichts. Der direkte Anteil berechnet sich aus der globalen Lichtstärke abzüglich der diffusen Lichtstärke. Dabei werden der Einfallswinkel des Sonnenlichts auf die Photodioden sowie das sich über den Tag hinweg ändernde Farbspektrum des Sonnenlichts berücksichtigt. Übersteigt der direkte Anteil des Sonnenlichts einen bestimmten Grenzwert, kann es grundsätzlich zu Schattenwurfeffekten durch den sich drehenden Rotor kommen. Dieser Grenzwert ist auf 12.000 lx eingestellt.

Die Kommunikation zwischen Schattenwurfmodul und Lichtsensor erfolgt über eine RS485-Schnittstelle, einen Schnittstellenkonverter und das Parknetzwerk. Eine Einbindung mehrerer Lichtsensoren ist möglich (optional). So ist das Erfassen der Lichtverhältnisse an allen WEA, auch bei wechselhaften Wetterbedingungen, möglich. Jeder Lichtsensor kann einer einzelnen oder auch einer Gruppe von WEA zugeteilt werden. Der Lichtsensor ist mit einem GPS-Empfänger ausgestattet, der es ermöglicht, die Uhr des Schattenwurfmoduls stets höchst genau zu halten und die Berechnungsungenauigkeiten zu minimieren. Diese Funktion ist aufgrund der guten Satellitenabdeckung fast weltweit nutzbar.

Die Montage des Lichtsensors erfolgt auf dem Maschinenhaus und bietet eine schattenfreie Umgebung.

## 6 Programmierung

Zur Programmierung des Schattenwurfmoduls werden die Standortkoordinaten (z.B. Gauß-Krüger oder UTM) der WEA und der zu überwachenden IO benötigt (siehe Anhang A: Konfigurationsdaten). IO's können durch bis zu 5 Wände und 3 Flächen beschrieben werden. Für jeden IO können separate Tages- und Jahresgrenzwerte definiert werden. Das Einstellen der benötigten Daten erfolgt mit Hilfe des Programms „SWM-Konfigurationsmanager“. Die dort mögliche Visualisierung der Lage der IO und WEA erleichtert die Kontrolle der eingegebenen Daten. Die Übertragung zum Schattenwurfmodul erfolgt über den LAN-Anschluss des Moduls oder per Fernzugriff über ein optionales ISDN-Modem. Durch das Einrichten eines Passwortes kann ein unberechtigter Zugriff auf die Daten verhindert werden.

### Hinweis:

Es wird kein Kalender über die Abschaltzeiten benötigt. Die Programmierung erfordert lediglich die Koordinaten aller Objekte, die maximalen Beschattungszeiten sowie die Schaltparameter.

## 7 Protokollfunktion

Über die in jedem Modul enthaltene Protokollfunktion werden im Schattenwurfmodul über einen Zeitraum von mindestens einem Jahr die relevanten Schattenwurfereignisse (siehe Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz) festgehalten. Jeder Protokolleintrag wird mit einem Zeitstempel versehen. Die Protokolldaten können mit dem Programm „Shadow Memory“ vor Ort oder (optional) per ISDN-Modem ausgelesen werden. Die Protokolle werden auch bei Stromausfall manipulationssicher gespeichert.

### Hinweis:

Es werden alle relevanten Schattenwurf-Ereignisse dokumentiert, also auch der nur theoretisch mögliche Schattenwurf in Zeiten ohne hinreichend starke Direkteinstrahlung. Dadurch wird erreicht, dass bei Beschwerden auch festgestellt werden kann, ob ausreichend starke Strahlung zum betreffenden Zeitpunkt vorherrscht.

## 8 Modem (optional)

Zur Datenübertragung kann das Schattenwurfmodul mit einem Modem ausgestattet werden. Somit können aus der Ferne Konfigurationseinträge verändert und Protokolle ausgelesen werden. Zum Anschluss eines Modems wird ein ISDN-Anschluss benötigt.

## 9 Sonderabschaltungen (optional)

Für jede WEA können definierte Zeiten vorgegeben werden, an denen die WEA vom Schattenwurfmodul abgeschaltet werden. Die Abschaltzeiten können für bestimmte Datumsbereiche definiert werden. In diesen Datumsbereichen wiederum wird die WEA entweder zu bestimmten Uhrzeiten oder bei bestimmten Sonnenständen abgeschaltet. Durch diese Funktion können behördliche Auflagen bezüglich des Schallschutzes oder des Schutzes für z.B. Fledermäuse nachweisbar erfüllt werden (siehe Dokument 0020-7100 „Option Modul zum Schutz von Fledermäusen“).

## 10 Installation

Das Schattenwurfmodul, welches in einem Schaltschrank mit der Schutzklasse IP 65 eingebaut ist, kann z.B. im Turmfuß der WEA mit Standkonsolen aufgestellt werden, wobei die Standkonsolen nicht im Modulpreis enthalten sind. Das Modul wird in der Master-WEA bzw. am Standort des Servers untergebracht. Der Schaltschrank ist mit einem Netzspannungsanschluss (100V – 240V) ausgestattet. Für jede zu schaltende WEA wird ein potentialfreier Wechslerkontakt zur Verfügung gestellt.



Abbildung 10-1: Schattenwurfmodul auf Standkonsolen



Abbildung 10-2: Schattenwurfmodul Innenansicht

## Anhang A: Konfigurationsdaten

Beispiel für einen IO mit einer relevanten Hauswand und einer Terrassenfläche

### Allgemeine Daten

Höhe über Normal Null: 45 m  
 Maximale Schattenwurfdauer pro Tag: 30 min.  
 Maximale Schattenwurfdauer pro Jahr: 480 min.

### Beschreibung der Hauswand

x-Eckkoordinate 1: 350 7685  
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637  
 x-Eckkoordinate 2: 350 7695  
 y-Eckkoordinate 2: 597 4639  
 Höhe: 3 m  
 Ausrichtung: Süden

### Beschreibung der Terrassenfläche

x-Eckkoordinate 1: 350 7685  
 y-Eckkoordinate 1: 597 4637  
 x-Eckkoordinate 2: 350 7690  
 y-Eckkoordinate 2: 597 4638  
 x-Eckkoordinate 3: 350 7692  
 y-Eckkoordinate 3: 597 4632  
 x-Eckkoordinate 4: 350 7687  
 y-Eckkoordinate 4: 597 4630

### Beispiel für eine WEA

Nabenhöhe: 100 m  
 Rotorradius: 35 m  
 Höhe über Normal Null: 48 m  
 x-Koordinate: 350 7745  
 y-Koordinate: 597 4229

## Anhang B: Beispiel einer Protokollsequenz

Eintrag	Datum	Uhrzeit	IO	WEA	Tageszähler	Jahreszähler	Ereignis
1	04.02.2003	14.40.23	2	1	0 min	34 min	theoretischer Schattenwurf
2	04.02.2003	14.45.29	2	1	0 min	34 min	Schattenwurf
3	04.02.2003	14.48.20	2	1	3 min	37 min	theoretischer Schattenwurf
4	04.02.2003	14.50.54	2	1	3 min	37 min	Schattenwurf
5	04.02.2003	15.17.57	2	1	30 min	64 min	Stop WEA
7	04.02.2003	15.27.30	2	1	30 min	64 min	Ende Schattenwurf
8	04.02.2003	15.28.44	2	1	30 min	64 min	Start WEA
9	04.02.2003	16.15.54	5	2	0 min	325 min	Schattenwurf
10	04.02.2003	16.22.32	5	2	6 min	331 min	Ende Schattenwurf

Erläuterungen:

IO: Immissionsort (Gebäude)  
 WEA: Windenergieanlage  
 Stop WEA: die benannte WEA wurde vom Schattenwurfmodul abgeschaltet  
 Start WEA: die benannte WEA wurde wieder freigegeben  
 theoretischer Schattenwurf: am benannten IO kommt es rechnerisch durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist aber nicht ausreichend  
 Schattenwurf: am benannten IO kommt es tatsächlich durch die benannte WEA zu Schattenwurf, die direkte Sonnenstrahlung ist ausreichend

Irtümer und Änderungen vorbehalten; Stand 2007-09

Abbildung 10-3: Konfigurationsdaten – Beispiel

**11 Technische Daten des Schattenwurfmoduls****Schattenwurfmodul V3.5**

Abmessungen:	500 x 500 x 310 mm (H x B x T)
Gewicht:	ca. 25 kg
Versorgungsspannung:	100-240 V AC (50-60 Hz)
Max. Stromaufnahme:	1,3 A
Schaltausgänge:	bis zu 12 potentialfreie Wechslerkontakte möglich
Betriebstemperatur:	-20°C...50°C
Schutzklasse mit Schaltschrank:	IP 65

**1. Alternative Lichtsensor V5M (Metallgehäuse)**

Abmessungen:	100 x 100 x 81 mm (H x B x T)
Gewicht: ca.	1,5 kg
Versorgungsspannung:	24 V DC
Max. Stromaufnahme:	1 A (Heizbetrieb)
Betriebstemperatur:	-20°C ... 50°C
Schutzklasse:	IP 66

**2. Alternative Lichtsensor V5 (Kunststoffgehäuse)**

Abmessungen:	80 x 65 x 80 mm (H x B x T)
Gewicht: ca.	1,2 kg
Versorgungsspannung:	24 V DC
Max. Stromaufnahme:	1 A (Heizbetrieb)
Betriebstemperatur:	-20°C ... 50°C
Schutzklasse:	IP 66

12 Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Fernüberwachung“

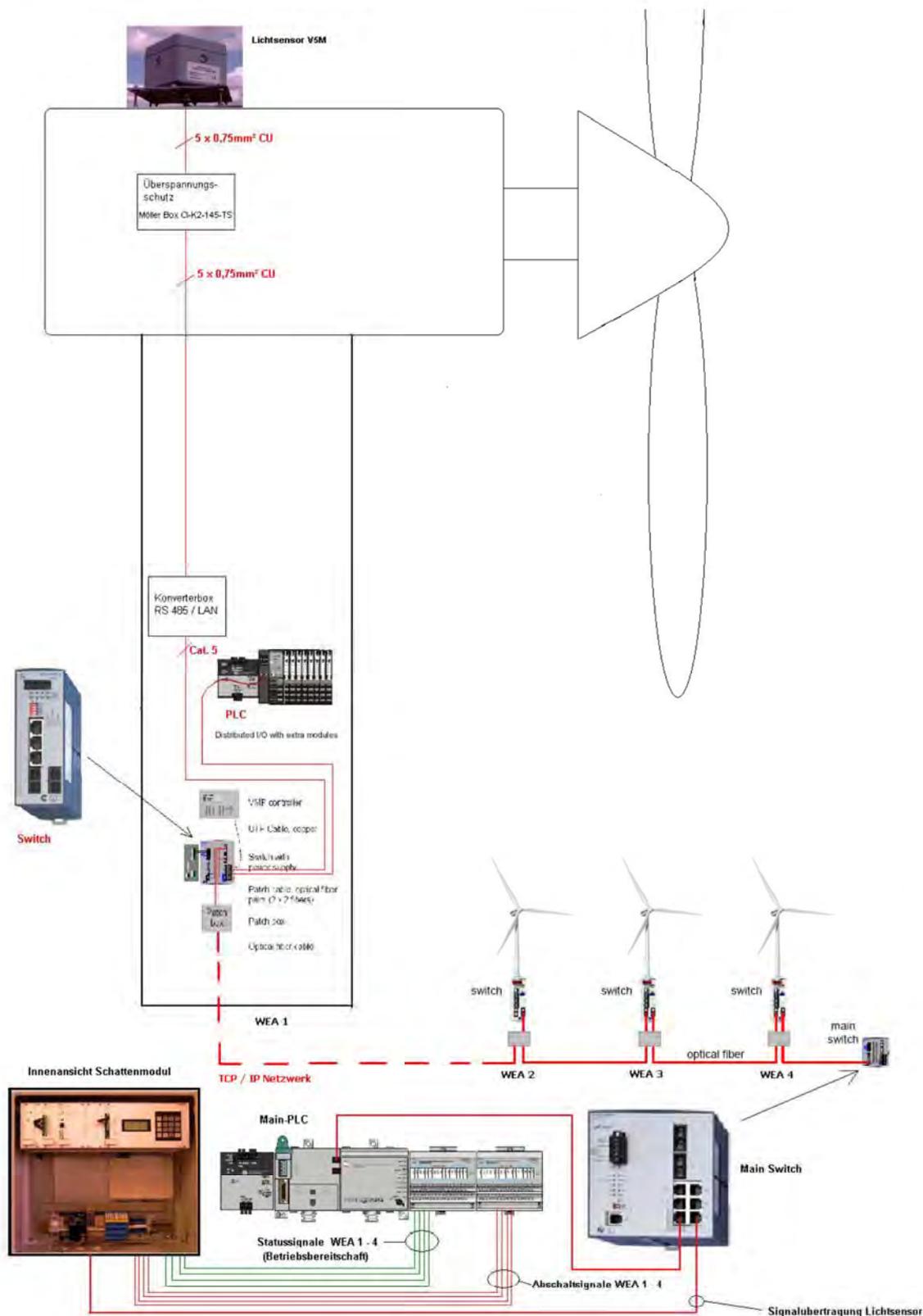


Abbildung 12-1: Prinzipskizze „Einbindung in die VestasOnline™ Fernüberwachung“

13 Anschlussplan Lichtsensor und Abschaltmodul

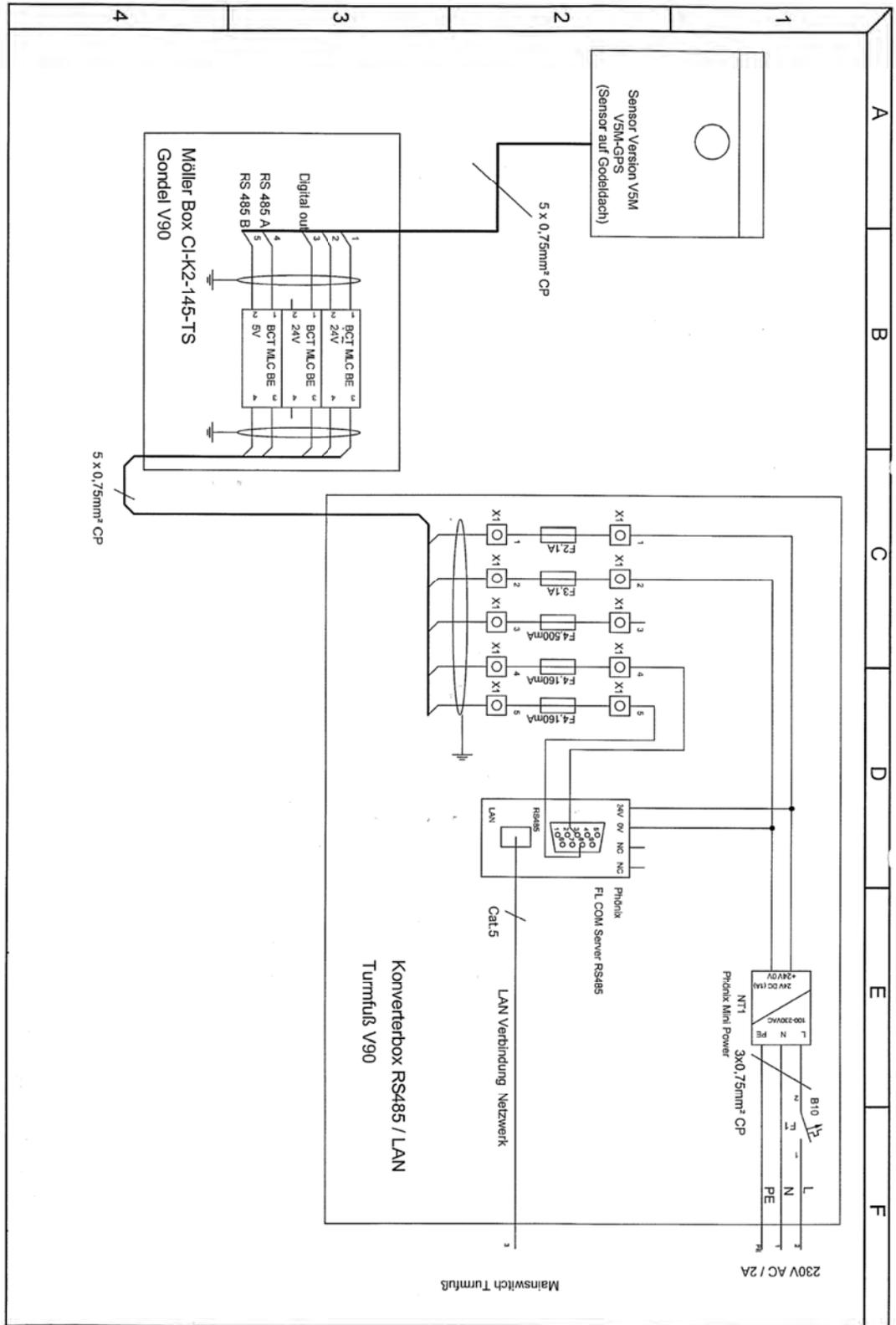


Abbildung 13-1: Verdrahtungsplan Lichtsensor – Konverter

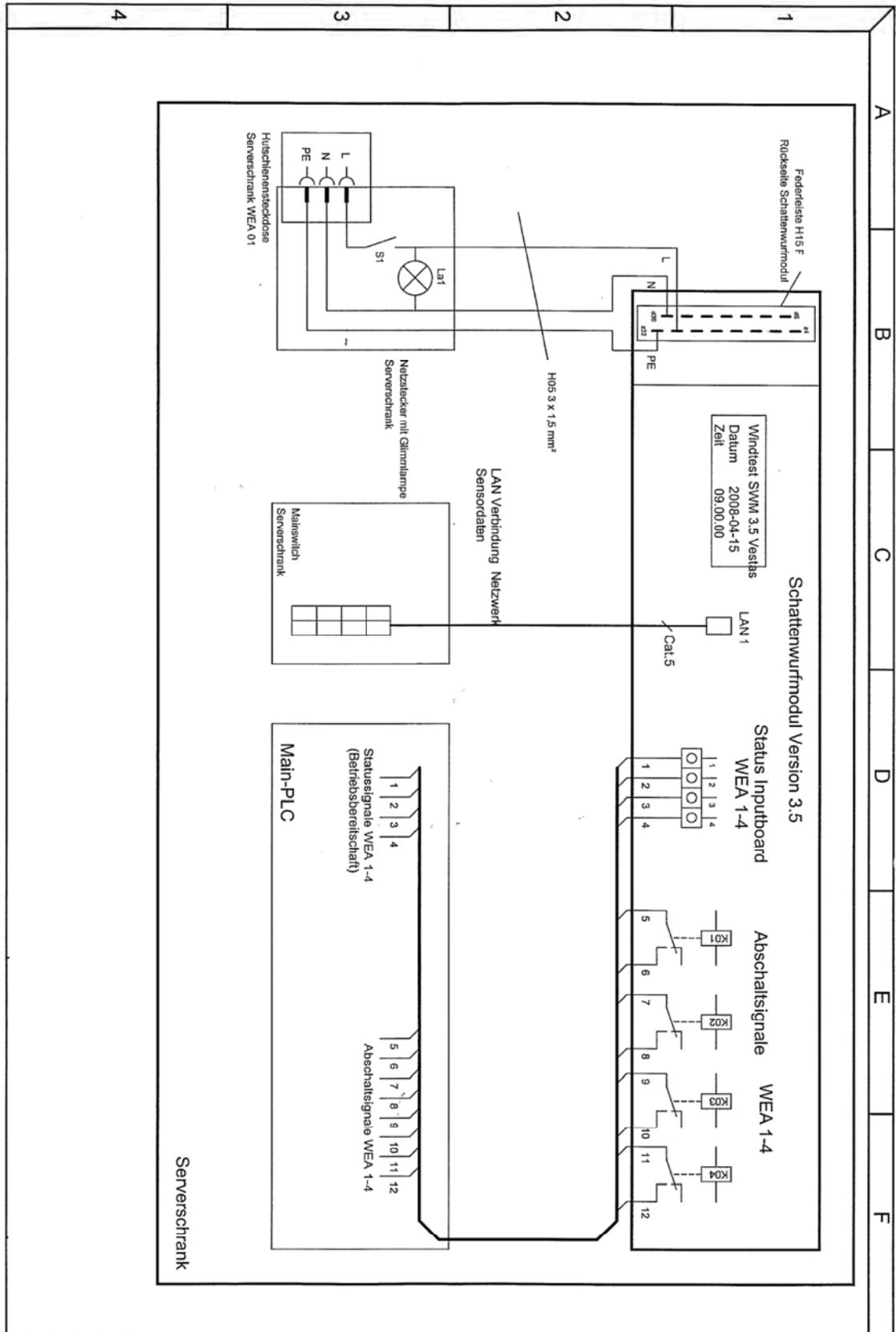


Abbildung 13-2: Verdrahtungsplan Schattenwurfmodul – Main-PLC

## 14 Abkürzungsverzeichnis

Begriff/ Abkürzung	Erklärung
BImSchG	Bundesimmissionsschutzgesetz
GPS	Global Positioning System
IO	Immissionsort
IP	International Protection
RS	serielle Schnittstelle (recommended standard)
SWM	Schattenwurfmodul
UTM (-Koordinatensystem)	Universal Transverse Mercator (-System)
WEA	Windenergieanlage