

# Betriebsanleitung

## **16131.5 SERIE**

First Class Pyranometer

mit verschiedenen Ausgängen (und Heizung)



## Sicherheitshinweise und Garantie



Das Anlegen von mehr als 12 Volt über die Sensorverdrahtung der Hauptstromversorgung kann beim 00.16131.501000 zu einer dauerhaften Beschädigung des Sensors führen.



Das Anlegen von mehr als 30 Volt über die Sensorverdrahtung der Hauptstromversorgung kann zu einer dauerhaften Beschädigung der Sensoren 00.16131.501030 und 00.16131.501040 führen.



Für eine ordnungsgemäße Geräteerdung: Verwenden Sie 16131.5 mit dem originalen, werkseitig konfektionierten Kabel.



Die Verwendung derselben Modbus-Adresse für mehr als ein Gerät führt zu einem undefinierten Verhalten des gesamten Netzwerks.



Sorgen Sie dafür, dass die Signal-Spannung an der RS-485-Schnittstelle den Bereich von -7 bis -12 V nicht verlässt.



Trennen Sie die Stromversorgung während der Wartung oder Instandhaltung.

Das System ist dem Stand der Technik entsprechend nach anerkannten sicherheitstechnischen Regeln gebaut.

Dennoch sind folgende Hinweise zu beachten:

1. Machen Sie sich vor der Inbetriebnahme mit den zugehörigen Betriebsanleitungen vertraut.
2. Beachten Sie innerbetriebliche und landesspezifische Richtlinien bzw. Unfallverhütungsvorschriften (z. B. der Berufsgenossenschaft). Informieren Sie sich ggf. bei Ihrem zuständigen Sicherheitsbeauftragten.
3. Verwenden Sie das System nur gemäß der in der Betriebsanleitung entsprechend ausgewiesenen Bestimmung.
4. Bewahren Sie die Betriebsanleitung stets griffbereit am Einsatzort des Systems auf.
5. Betreiben Sie das System nur in technisch einwandfreiem Zustand! Auftretende Störungen, die die Sicherheit beeinträchtigen können, sollten Sie umgehend beseitigen!

**Beachten Sie den Gewährleistungsverlust und Haftungsausschluss bei unerlaubten Eingriffen in das System. Änderungen bzw. Eingriffe in die Systemkomponenten dürfen nur mit ausdrücklicher Genehmigung der LAMBRECHT meteo GmbH durch Fachpersonal erfolgen.**

**Die Gewährleistung beinhaltet nicht:**

1. Mechanische Beschädigungen durch äußere Schlägeinwirkung (z. B. Eisschlag, Steinschlag, Vandalismus).
2. Einwirkungen oder Beschädigungen durch Überspannungen oder elektromagnetische Felder, welche über die in den technischen Daten genannten Normen und Spezifikationen hinausgehen.
3. Beschädigungen durch unsachgemäße Handhabung, wie z. B. durch falsches Werkzeug, falsche Installation, falsche elektrische Installation (Verpolung) usw.
4. Beschädigungen, die zurückzuführen sind auf den Betrieb der Geräte außerhalb der spezifizierten Einsatzbedingungen.

Modbus® ist eine registrierte Marke von Schneider Electric, lizenziert an die Modbus Organization, Inc.

# Inhalt

<b>Sicherheitshinweise und Garantie</b>	<b>2</b>
<b>Inhalt</b>	<b>3</b>
<b>Einleitung</b>	<b>4</b>
<b>1 Bestellinformationen und Lieferung prüfen</b>	<b>5</b>
1.1 16131.5 bestellen	5
1.2 Lieferumfang	5
1.3 Schnellüberprüfung	5
<b>2 Sensorbeschreibung</b>	<b>6</b>
<b>3 Sensorspezifikationen und technische Daten</b>	<b>8</b>
3.1 Spezifikationen 16131.5	8
3.2 Maßzeichnung 16131.5	11
<b>4 Installation - 16131.5</b>	<b>12</b>
4.1 Installationsort und Installationsempfehlungen	12
4.2 Installation des Sonnenschutzschirms	13
4.3 Installation des Pyranometers	14
4.4 Elektrischer Anschluss der aktiven 16131.5 Versionen	15
4.5 Anschlussbelegung des passiven 16131.5 mit Millivolt-Ausgang	16
4.6 Erdung und Anwendung der Schirmung	16
4.7 Heizung der Versionen 00.16131.501030 und 00.1613.501000	16
4.8 4 bis 20mA Analog-Ausgang des 00.16131.501040	17
4.9 Anforderungen an die Datenerfassung bei Verwendung des mV-Ausgangs	18
4.10 Anschluss an ein RS-485 Netzwerk (Bus)	19
<b>5 Kommunikation mit 16131.5</b>	<b>20</b>
5.1 Modbus-Protokoll	20
5.2 Data Encoding	20
5.3 Geräte-Adresse	20
5.4 Standardkonfiguration - Default	20
5.5 Modbus Befehlssatz	21
5.6 Messwert- und Parameterregister	21
5.7 Weitere Messwertregister (Service)	21
5.8 Sensor Parameter / Konfigurations-Parameter	22
5.9 Netzwerk-Kommunikation (Bus): Einstieg	23
5.10 Modbus-Adresse und Kommunikationseinstellungen anpassen	23
<b>6 Wartung und Fehlerbehebung</b>	<b>24</b>
6.1 Empfohlene Wartung und Qualitätssicherung	24
6.2 Fehlerbehebung	25
<b>7 Anhang</b>	<b>27</b>
7.1 LAMBRECHT meteo – Auto-Konfiguration	27
7.2 EU Konformitätserklärung	30

# Einleitung

Die Pyranometer der Serie 16131.5 sind hochpräzise digitale Solarstrahlungssensoren, die die Anforderungen "First Class" gemäß dem WMO-Leitfaden und "Spectrally Flat Class B" gemäß ISO 9060:2018 erfüllen. Die Versionen 00.16131.501000 und 00.16131.501030 sind mit einer Bordheizung ausgestattet und erfüllen damit die Anforderungen für PV-Überwachungssysteme der Klasse B der Norm IEC 61724-1:2017.

Der 16131.5 misst die von einer ebenen Fläche empfangene Sonnenstrahlung in  $W/m^2$  aus einem Blickwinkel von  $180^\circ$ . Zur einfachen Integration stehen verschiedene digitale und analoge Ausgänge zur Verfügung:

- Version 00.16131.501030: digitaler Sensor mit Modbus RTU über RS-485 und Heizung
- Version 00.16131.501040: digitaler Sensor mit Modbus over TTL (auf Anfrage) und analogem 4-20 mA Ausgang (ohne Heizung)
- Version 00.16131.501000: passiver Sensor mit analogem Millivolt-Ausgang und Heizung

Vorteile der 16131.5 Serie:

- Höchste Messgenauigkeit in der Kategorie First Class
- Verbesserte Ansprechzeit
- Mit integrierter Heizung erfüllen 00.16131.501030 und 00.16131.501000 die Anforderungen nach IEC 61724-1 Class B

Das Messen mit der analogen Version 00.16131.501000 ist einfach: Das Pyranometer kann direkt an gängige Datenerfassungssysteme angeschlossen werden. Die Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  wird berechnet, indem man das Ausgangssignal in  $V \times 10^{-3}$  durch die Empfindlichkeit ( $V/(W/m^2)$ ) dividiert. Die Empfindlichkeit ist mit 00.16131.501000 auf dem Kalibrierschein angegeben.

Die Gleichung zur Berechnung der Bestrahlungsstärke des 00.16131.501000 ist:

$$E = U/S$$

U: Spannungsausgabe in V  
 S: Sensitivity(Empfindlichkeit) in  $V/(W/m^2)$   
 E: Solare Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$

## **Empfohlene Anwendungen**

Empfohlene Anwendungen für 16131.5:

- PV-System Performance Monitoring
- Allgemein Solarmessungen
- Simulierte Solartests (Labor)
- Meteorologische Netzwerke

# 1 Bestellinformationen und Lieferung prüfen

## 1.1 16131.5 bestellen

Ident-Nummern der Standardversionen:

**Version 00.16131.501030:**

ISO 9060 First Class Pyranometer mit Modbus RTU über RS-485 und Heizung

**Version 00.16131.501040:**

ISO 9060 First Class Pyranometer mit 4...20 mA Ausgang ohne Heizung

**Version 00.16131.501000:**

ISO 9060 First Class Pyranometer mit passiven analogen Millivolt-Ausgang und Heizung

Allgemeines Zubehör:

- Kabel 10 m, M12 Steckverbinder, 5-polig Ident-Nr. 32.14581.060000
- Kabel 15 m, M12 Steckverbinder, 5-polig Ident-Nr. 32.05005.001500

Empfohlene LAMBRECHT meteo Datenlogger:

- met[LOG] Ident-Nr. 00.95800.010000
- Ser[LOG] Ident-Nr. 00.95770.000000

## 1.2 Lieferumfang

Prüfen Sie die empfangene Lieferung auf Vollständigkeit:

- Pyranometer 16131.5
- Sonnenschutzschirm
- Kabel, in der bestellten Länge
- Produkt-Zertifikat passende zur Seriennummer des Sensors, bestehend aus :
  - Kalibrier-Zertifikat

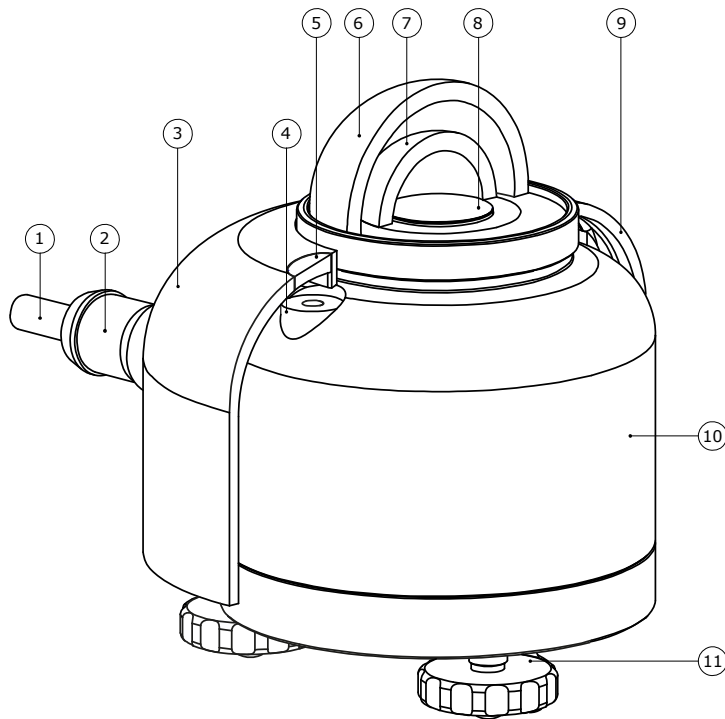
Bitte bewahren sie die Zertifikate an einem sichern Ort auf!

## 1.3 Schnellüberprüfung

1. Beim Einschalten kann das Signal einen temporären Ausgangspegel haben, der sich von Null unterscheidet; einen Offset. Dieser Offset ist ein normaler Teil des Einschaltvorgangs und verschwindet wieder nach der Aufwärmzeit.
2. Prüfen Sie, ob der Sensor auf Licht reagiert: Setzen Sie den Sensor einer starken Lichtquelle aus, z.B. einer 100 W Glühbirne in 0,1 m Entfernung. Der Messwert sollte nun  $> 100 \text{ W/m}^2$  betragen. Verdunkeln Sie den Sensor, indem Sie etwas darüber legen oder das Licht ausschalten. Die Bestrahlungsstärke des Gerätes sollte nach unten gehen und innerhalb einer Minute  $0 \text{ W/m}^2$  erreichen.
3. Überprüfen Sie das Gerät auf Beschädigungen.
4. Überprüfen Sie die Seriennummer des Geräts, wie auf dem Etikett des Gerätes angegeben, mit dem zum Gerät gelieferten Zertifikaten.

## 2 Sensorbeschreibung

Der Sensor 16131.5 misst die von einer ebenen Fläche empfangene Sonnenstrahlung in einem Blickwinkel von  $180^\circ$ . Wissenschaftlich wird ein solcher Sensor als Pyranometer bezeichnet. Die empfangene Sonnenstrahlung wird in  $W/m^2$  angegeben, sie wird auch als "hemisphärische" Sonnenstrahlung bezeichnet. Das Spektrum der Sonnenstrahlung erstreckt sich etwa von  $285$  bis  $3000 \times 10^{-9}$  m. Per Definition sollte ein Pyranometer diesen Spektralbereich mit einer möglichst "flachen" Spektralselektivität abdecken.



**Abbildung 2.0.1** Aufbau des Pyranometers 16131.5:

- (1) Kabel
- (2) Steckverbinder
- (3) Sonnenschutzschirm
- (4) Libelle
- (5) Libellenfenster
- (6) Äußere Kuppel (Dom)
- (7) Innere Kuppel (Dom)
- (8) Thermischer Sensor mit schwarzer Beschichtung
- (9) Schnelllösesystem des Sonnenschutzschirms
- (10) Sensorgehäuse
- (11) Nivellier-Füße

Das Pyranometer 16131.5 verwendet eine hochmoderne Thermoelementsäule mit schwarz beschichteter Oberfläche, zwei Kuppeln und einem eloxierten Aluminiumgehäuse.

Die Version 00.16131.501060 liefert die Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  über einen Digitalausgang. Das Pyranometer erfordert eine geeignete Stromversorgung und ein entsprechendes Datenerfassungssystem, das das Modbus-Kommunikationsprotokoll über RS-485 verarbeiten kann.

Die Version 00.16131.501040 liefert die Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  über einen 4-20 mA Ausgang. Das Pyranometer erfordert eine geeignete Stromversorgung und ein entsprechendes Datenerfassungssystem, das in der Lage ist, ein 4-20 mA Stromschleifensignal zu verarbeiten.

Die Version 00.16131.501000 liefert die Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  als analoges Millivolt-Signal. Es ist ein passiver Sensor und benötigt keine Stromversorgung. Es kann direkt an gängige Datenerfassungssysteme angeschlossen werden. Die Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$  ergibt sich aus der Division des Ausgangssignals in  $V \times 10^{-3}$  durch die Empfindlichkeit ( $V/(W/m^2)$ ). Die Empfindlichkeit ist jeweils auf dem Kalibrierzertifikat angegeben.

Die Gleichung zur Berechnung der Bestrahlungsstärke ist:

$$E = U/S$$

*U: Spannungsausgabe in V*

*S: Sensitivity (Empfindlichkeit) in  $V/(W/m^2)$*

*E: Solare Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$*

### 3 Sensorspezifikationen und technische Daten

Die Pyranometer der Serie 16131.5 messen die von einer ebenen Fläche empfangene Sonneneinstrahlung in einem Blickwinkel von 180°. Diese Messgröße, ausgedrückt in W/m<sup>2</sup>, wird auch als "hemisphärische" Sonnenstrahlung bezeichnet.

Das Gerät ist nach ISO 9060 klassifiziert und sollte in Übereinstimmung mit den empfohlenen Praktiken von ISO, IEC, WMO und ASTM eingesetzt werden.

#### 3.1 Spezifikationen 16131.5

Tabelle 3.1.1 Spezifikationen 16131.5

16131.5 MESSTECHNISCHE SPEZIFIKATIONEN:	
ISO Klassifizierung (ISO 9060:1990)	First Class Pyranometer
WMO Performance level (WMO-No. 8, seventh edition 2008)	Good Quality Pyranometer
Antwortzeit (95 %)	< 10 s
Nullpunkt-Offset a (Antwort auf 200 W/m <sup>2</sup> thermische Netto-Einstrahlung t)	5 W/m <sup>2</sup> unventiliert
Nullpunkt-Offset b (Antwort auf 5 K/h Änderung der Umgebungstemperatur)	< 4 W/m <sup>2</sup>
Langzeitstabilität	< 1 % Änderung pro Jahr
Nichtlinearität	< 1 % (100 bis 1000 W/m <sup>2</sup> )
Richtungsfehler	< 20 W/m <sup>2</sup>
Spektrale Selektivität	< 3 % (0.35 bis 1.5 x 10 <sup>-6</sup> m)
Temperaturverhalten	< 2 % (-30 bis +50 °C)
Neigungsfehler	< 2 % (0 bis 90 ° bei 1000 W/m <sup>2</sup> )
Messbereich	0 bis 3000 W/m <sup>2</sup>
Nullpunkt-Offset im stationären Zustand	< 1 W/m <sup>2</sup> (-40 bis + 80 °C)
Spektralbereich (20 % Transmissionspunkt)	285 bis 3000 x 10 <sup>-9</sup> m

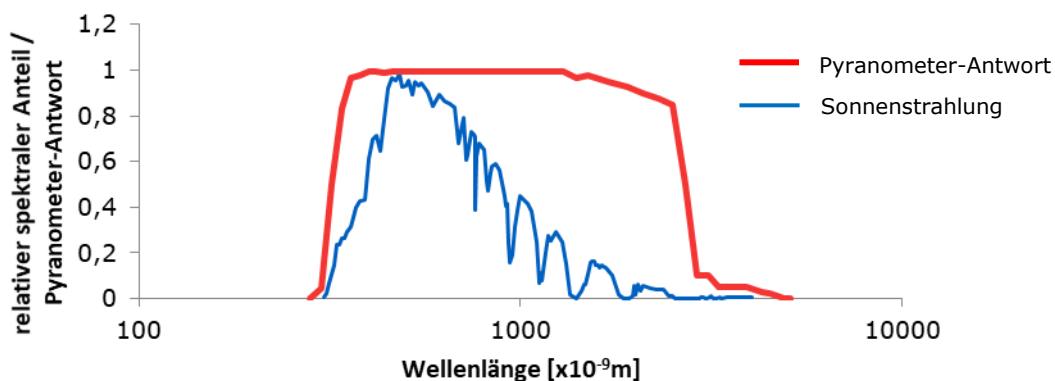


Abbildung 3.1.1 Spektrale Empfindlichkeit des Pyranometers im Vergleich zum Sonnenspektrum. Das Pyranometer schneidet nur einen vernachlässigbaren Teil des gesamten Sonnenspektrums ab.

Messgröße	"hemisphärische" Sonnenstrahlung
Messgröße in SI Radiometrie Einheiten	Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup>
Optionale Messgröße	Sonnenscheindauer nach WMO-Algorithmus
Sichtfeld	180 °
Ausgabe-Definition	Gleitender Mittelwert über 4 Messung, Aktualisierung alle 0,1s
Empfohlener Intervall zur Datenspeicherung	1 s Messtakt, Speicherung von 60 s Mittelwerten
Temperatureinsatzbereich	-40...+80 °C

#### IEC 61724-1:2017 KONFORMITÄT

IEC 61724-1:2017 Konformität	Erfüllt Class B Anforderungen für PV Monitoring Systeme
------------------------------	---



<b>16131.5 - Weitere Spezifikationen</b>	
<b>Messgröße</b>	Sensor Gehäusetemperatur
SI Einheit	°C
Temperatursensor	SoC Temperatursensor
Sensor Gehäusetemperatur Messgenauigkeit	0,5 °C
Sensor Gehäusetemperatur Auflösung	$3,9 \times 10^{-3}$ °C
Nivelliermittel	Libelle und verstellbare Nivellierfüße
Nivelliergenauigkeit der Libelle	< 0,1 ° (Blase ganz in Ringe)
Stecker	M12-A, 5-polig, IP67
Installation	2 x M5 Schrauben siehe Abbildung 3.2.1
Gehäuseschutzklasse	IP67
Nettogewicht mit 5m Kabel	0,65 kg
<b>HEIZUNG (nur 00.16131.501030 und 00.16131.501000)</b>	
<b>Betrieb der Heizung</b>	Die Heizung muss nicht immer eingeschaltet sein; es wird empfohlen die Heizung erst einzuschalten, wenn die Sonne untergegangen ist
<b>Versorgungsspannung der Heizung</b>	12 VDC
Heizleistung	1,5 W bei 12 VDC (die Heizung ist nicht unbedingt aktiv)
Heizungswiderstand	95 Ω
Nullpunkt-Offset durch die Heizung im stationären Zustand	0 bis -8 W/m <sup>2</sup>
<b>KALIBRIERUNG</b>	
Rückverfolgbarkeit der Kalibrierung	nach WRR
Kalibrierhierarchie	von WRR über ISO 9846 und ISO 9847 mit Korrektur der Referenzbedingungen
Kalibriermethode	Indoor-Kalibrierung gemäß ISO 9847, Type IIc
Kalibrierunsicherheit	< 1,8 % (k = 2)
Empfohlener Kalibrierintervall	2 Jahre
Referenzbedingungen	20 °C, normal einfallende Sonneneinstrahlung, horizontaler Einbau, Bestrahlungsstärke 1000 W/m <sup>2</sup> , Heizung [EIN], Ventilator [EIN].
Gültigkeit der Kalibrierung	Erfahrungsgemäß ändert sich die Empfindlichkeit des Gerätes während der Lagerung nicht. Bei Einsatz unter Sonneneinstrahlung gilt die angegebene Langzeitstabilität.
<b>MESSGENAUIGKEIT UND AUFLÖSUNG</b>	
Messunsicherheit	Aussagen über die Gesamtmessunsicherheit können nur auf individueller Basis getroffen werden.
WMO-Schätzung der erzielbaren Genauigkeit für Tagessummen	5 % (WMO-No. 8, seventh edition 2008)
WMO-Schätzung der erzielbaren Genauigkeit für Stundensummen	8 % (WMO-No. 8, seventh edition 2008)
Auflösung der Bestrahlungsstärke	0,01 W/m <sup>2</sup>
<b>00.16131.501030 – DIGITAL MODBUS RTU (RS-485)</b>	
Digitale Ausgabe	Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup> Gehäusetemperatur in °C
Nominaler Spannungsversorgungsbereich	5 bis 30 VDC (empfohlen 12 VDC)
Leistungsaufnahme	< $48 \times 10^{-3}$ W bei 12 VDC (unbeheizt)
Heizung	integriert
Kommunikation Protokoll	Modbus über 2-Draht RS-485 Halb-duplex
RS-485 Transceiver-Typ	2-Draht, nicht isoliert
Transmissionsmodus	RTU

<b>00.16131.501040 – ANALOG 4 bis 20 mA</b>	
4 bis 20 mA Ausgang	Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup>
Messbereich	0 bis 1600 W/m <sup>2</sup>
Ausgangssignal	4 bis 20 x 10 <sup>-3</sup> A
Standard-Skalierung	4 x 10 <sup>-3</sup> A bei 0 W/m <sup>2</sup> und 20 x 10 <sup>-3</sup> A bei 1600 W/m <sup>2</sup>
Typ des 4 bis 20 mA Ausgangs	Passiv 2-Draht Stromschleife
Versorgungsspannungsbereich	5 bis 30 VDC
Empfohlene Betriebsspannung	12 VDC (empfohlen 12 VDC)
Leistungsaufnahme	< 240 x 10 <sup>-3</sup> W bei 12 VDC
Heizung	Ohne Heizung
<b>00.16131.501000 - ANALOG mV</b>	
Millivolt (mV) Ausgabegröße	Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup>
Empfindlichkeitsbereich	7 bis 15 x 10 <sup>-6</sup> V/(W/m <sup>2</sup> )
Empfindlichkeit (nominal)	10 x 10 <sup>-6</sup> V/(W/m <sup>2</sup> )
Nominales Spannungssignal	Bei Einsatz unter natürlicher Sonneneinstrahlung: -0,1 bis +30 x 10 <sup>-3</sup> V
Gleichung zur Berechnung der Bestrahlungsstärke	E = U/S U: Spannungsausgabe in V S: Sensitivity(Empfindlichkeit) in V/(W/m <sup>2</sup> ) E: Solare Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup>
Auflösung der Bestrahlungsstärke	Abhängig von der Signalerfassung; 7 x 10 <sup>-6</sup> V. Eine Auflösung des Datenloggers von 1 W/m <sup>2</sup> ist in der Regel ausreichend für die Messung der Bestrahlungsstärke
Millivolt (mV) Ausgabegröße	Bestrahlungsstärke in W/m <sup>2</sup>
Sensor-Widerstandsbereich	50 bis 150 Ω

3.2 Maßzeichnung 16131.5

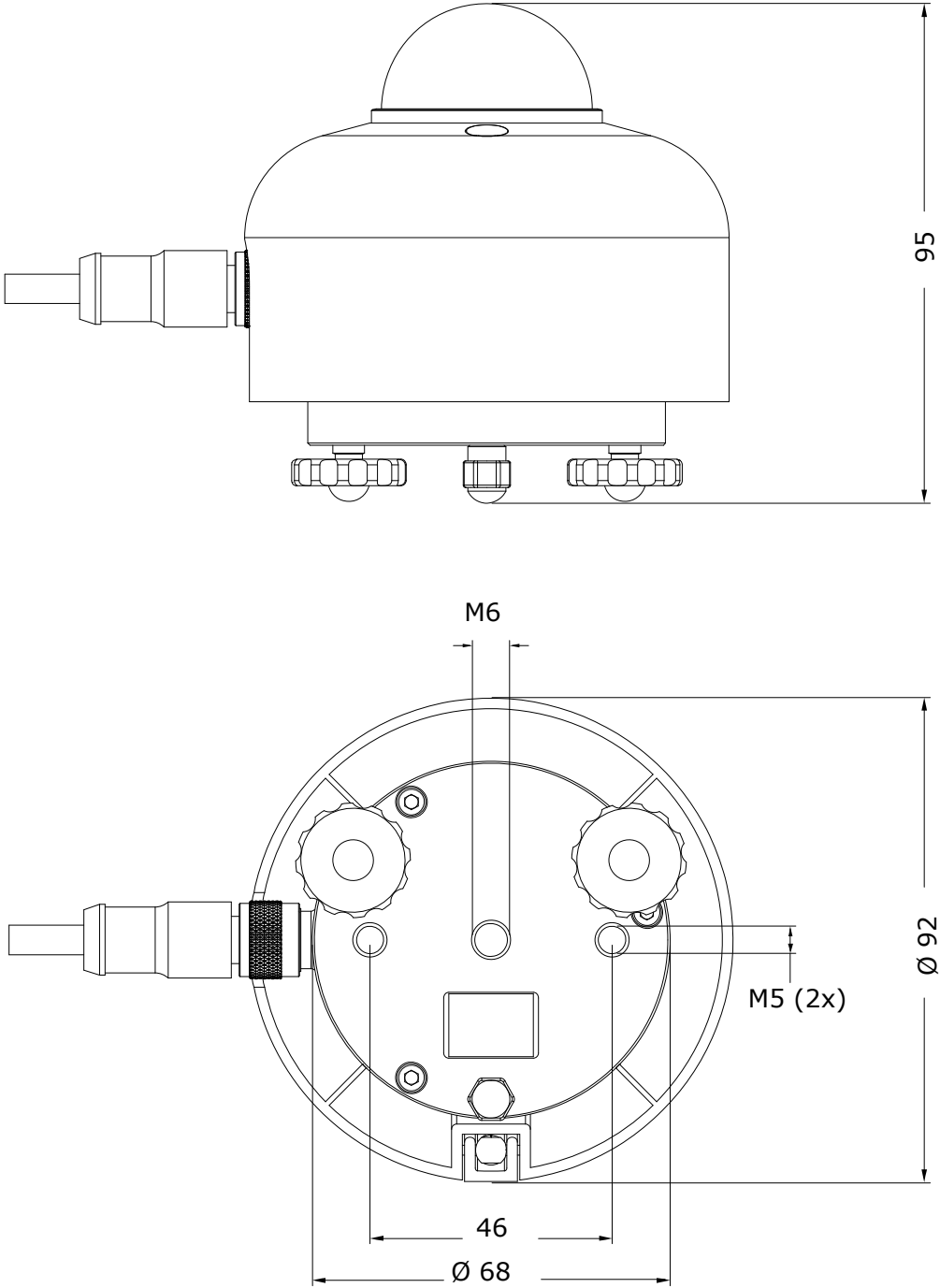


Abbildung 3.2.1 Maße vom 16131.5 in  $\times 10^{-3}$  m.

## 4 Installation - 16131.5

### 4.1 Installationsort und Installationsempfehlungen

**Tabelle 4.1.1** Empfehlungen für die Installation von Pyranometern

Installationsort	Der Horizont sollte möglichst frei von Hindernissen sein. Im Idealfall sollten sich keine Gegenstände zwischen dem Lauf der Sonne und dem Instrument befinden.
Mechanische Montage / Thermische Isolation	Die Befestigung erfolgt über Schrauben an der Bodenplatte des Gerätes. Ein Pyranometer ist empfindlich gegenüber Temperaturschocks. Montieren Sie das Gerät nicht mit dem Gehäuse in direktem thermischen Kontakt zur Montageplatte (verwenden Sie daher immer die Nivellierfüße, auch wenn die Montage nicht horizontal erfolgt), montieren Sie das Gerät nicht an sehr heiß werdenden Gegenständen (z.B. schwarz beschichtete Metallplatten).
Gerätemontage mit 2 Schrauben	2 x M5 Schraube in $46 \times 10^{-3}$ m Achsabstand auf der Nord-Süd-Achse, unterhalb des Gerätes.
Gerätemontage mit 1 Schraube	1 x M6 Schraube In der Mitte des Pyranometers, von unten.
Durchführung einer repräsentativen Messung	Das Pyranometer misst die Sonneneinstrahlung in der Ebene des Sensors. Einige Installationen erfordern eine gekippte oder invertierte Position. Die Sensorbodenplatte, parallel zur schwarzen Sensorfläche, sollte parallel zur "Ebene des Interesses" montiert werden. Wird ein Pyranometer nicht horizontal montiert oder ist der Horizont durch Hindernisse versperrt, ist besonders zu berücksichtigen wie repräsentativ die Messung angesehen werden kann.
Nivellierung	Bei horizontaler Montage sind die Libelle und die Nivellierfüße zu verwenden. Die Libelle ist jederzeit sichtbar und wird nicht verdeckt.
Geneigte Installation	Bei geneigter Montage liefert der Neigungssensor eine ausreichend genaue Messung. Das Register "Neigungswinkel" kann bei der Montage und Nivellierung des Sensors verwendet werden.
Ausrichten des Pyranometers	Gemäß Konvention: Der Kabelausgang zeigt zum nächsten Pol, so dass der Kabelausgang auf der Nordhalbkugel nach Norden, auf der Südhalbkugel nach Süden zeigen sollte.
Installationshöhe	Bei umgekehrter Installation empfiehlt die WMO einen Abstand von 1,5 m zwischen Bodenoberfläche und Sensor (zur Reduzierung der Schattenwirkung und zur Erzielung einer guten räumlichen Mittelung).

## 4.2 Installation des Sonnenschutzschirms

Das Schnellwechselsystem des Sonnenschutzes vom 16131.5 ermöglicht eine einfache und sichere Montage des Sonnenschutzes auf dem Sensor. Die Montage und Demontage des Steckers kann nach dem Entfernen des Sonnenschutzes erfolgen.

Entfernen des Sonnenschutzschirms: Das System besteht aus einem federbelasteten Hebel gegenüber dem Libellenfenster des Sonnenschutzes. Die Unterseite des Griffs kann leicht herausgezogen werden. Sobald der Griff herausgezogen und vollständig gelöst ist, wie in der Abbildung unten gezeigt, kann der Sonnenschutz abgehoben werden.

Installieren des Sonnenschutzschirms: Ziehen Sie den unteren Teil des Griffs des Schnellöffnungssystems heraus, um ihn vollständig zu lösen, stellen Sie den Schirm auf den 16131.5 und drücken Sie, sobald er richtig positioniert ist, den Griff des Schnellöffnungssystems, bis er verriegelt ist.



**Abbildung 4.2.1** Sonnenschutzschirm vom 16131.5 mit Schnelllösesystem und Libellenfenster



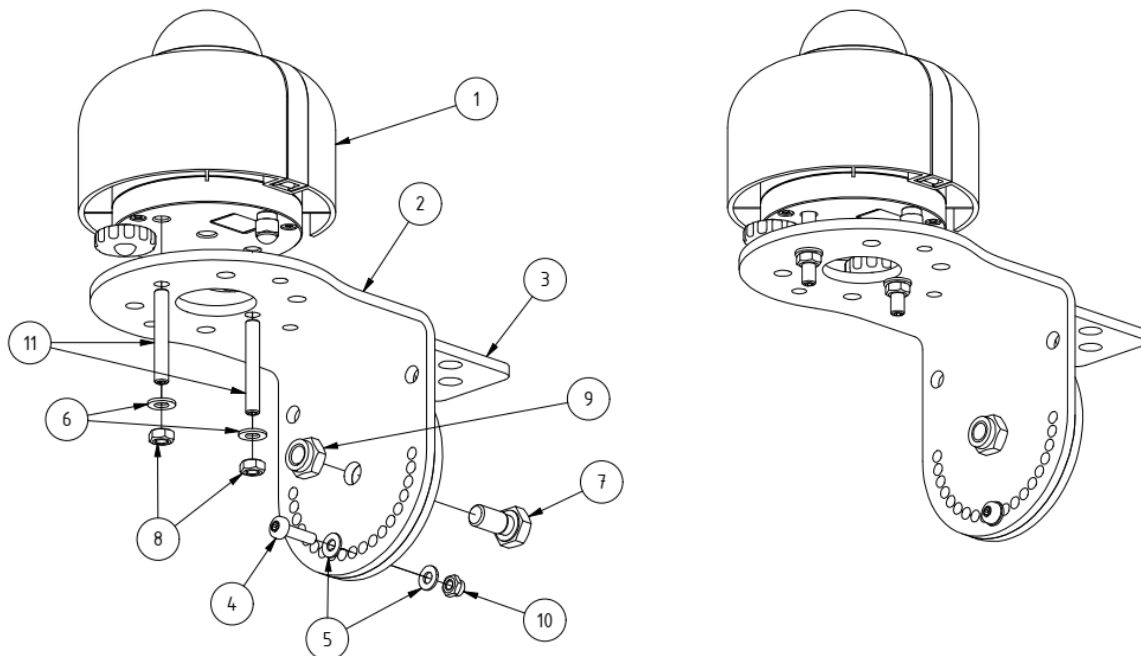
**Abbildung 4.2.2** Installation des 16131.5 Sonnenschutzschirms

### 4.3 Installation des Pyranometers

LAMBRECHT meteo bietet mehrere Montagesets für das 16131.5 Pyranometer an:

Ident-Nr. 32.14627.003010	Set für Schrägmontage am Traversensystem 14627
Ident-Nr. 32.14627.003000	Set für horizontale Montage am Traversensystem 14627
Ident-Nr. 33.14627.012000	Set für Wandmontage

Das Bild unten zeigt beispielhaft die Montage der 16131.5 am "Set für Schrägmontage". Das Lochbild für die Montage des 16131.5 ist für alle oben genannten Sets gleich.



**Abbildung 4.3.1** Installation des 16131.5 am Set für Schrägmontage am Traversensystem 14627

- (1) Pyranometer 16131.5
- (2) Befestigungsplatte für Pyranometer\*
- (3) Befestigung für Traversensystem 14627\*
- (4) Schraube TORX M4 x 16 TX20 DIN 7985 TX A2
- (5) Unterlegscheibe 4,3 DIN 125 A A2
- (6) Unterlegscheibe 5,3 DIN 125 A A2
- (7) Sechskantschraube M8 x 16 DIN 933 A2
- (8) Mutter M5 DIN 934 A2
- (9) Mutter M8 DIN 985 A2
- (10) Mutter M4 DIN 985 A4
- (11) Gewindestift M4 DIN 985 A4

\*Teile des "Set für Schrägmontage auf Traversensystem 14627".

## 4.4 Elektrischer Anschluss der aktiven 16131.5 Versionen

Das Gerät muss über ein externes Netzteil mit einer Betriebsspannung im Bereich von 8 bis 30 VDC versorgt werden. Dies ist die Hauptstromversorgung für den Sensor über die braunen und weißen Kabel. Legen Sie nicht mehr als 30 Volt auf diese Adern, da sonst der Sensor beschädigt wird.

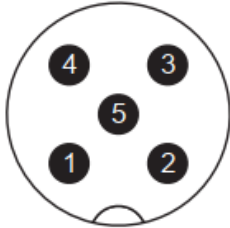


Abbildung 4.4.1: Anschlussbelegung des Steckers mit PIN-Nummer (Ansicht kableseitig)

### 4.4.1 Anschlussbelegung 00.16131.501030 - Modbus RTU

Tabelle 4.4.1.1 Anschlussbelegung des 00.16131.501030

PIN	ADER	00.16131.501030 Modbus über RS-485
1	BRAUN	VDC [+]
2	WEISS	VDC [-] / Heizung [-]
3	BLAU	RS-485 B / B' [+]
4	SCHWARZ	RS-485 A / A' [-]
5	GRAU	Heizung [+]
	Abschirmgeflecht	Schirm

Hinweis 1: Der Schirm des Kabels ist mit dem Steckergehäuse verbunden.

Hinweis 2: Die Heizung wird durch Anlegen einer Spannung an das graue Kabel mit einer Betriebsspannung von 12 VDC versorgt.

Hinweis 3: Legen Sie nicht mehr als 30 Volt an die Adern, da dies den Sensor beschädigen kann.

### 4.4.2 Anschlussbelegung 00.16131.501040 - Modbus RTU

Tabelle 4.4.2.1 Anschlussbelegung des 00.16131.501040

PIN	ADER	00.16131.501040 Modbus über TTL	00.16131.501040 4 to 20 mA Ausgang
1	BRAUN		VDC [+]
2	WEISS		Nicht angeschlossen
3	BLAU	Auf Anfrage	4 to 20 mA output
4	SCHWARZ		Nicht angeschlossen
5	GRAU		Nicht angeschlossen
	Abschirmgeflecht		Schirm

Hinweis 1: Der Schirm des Kabels ist mit dem Steckergehäuse verbunden.

## 4.5 Anschlussbelegung des passiven 16131.5 mit Millivolt-Ausgang

00.16131.501000 ist ein passiver Sensor, der keinen Strom benötigt. Da Kabel kapazitives Rauschen aufnehmen können, empfehlen wir, den Abstand zwischen einem Datenlogger oder Verstärker und dem Sensor so kurz wie möglich zu halten.

**Tabelle 4.5.1** Anschlussbelegung des 00.16131.501000

PIN	ADER	00.16131.501000 Analog Millivolt-Ausgang
1	BRAUN	Heizung
4	SCHWARZ	Heizung
3	BLAU	Nicht angeschlossen
2	WEISS	Signal [+]
5	GRAU	Signal [-]
	Abschirmgeflecht	Schirm

Hinweis 1: Der Schirm des Kabels ist mit dem Steckergehäuse verbunden.

Hinweis 2: Die Heizung ist ein Widerstandsheizelement.

## 4.6 Erdung und Anwendung der Schirmung

Erdung und Schirmung liegen in der Verantwortung des Anwenders. Der Kabelschirm (im Schaltplan als Schirm bezeichnet) wird über den Stecker mit dem Aluminium-Gerätekörper verbunden. In den meisten Fällen wird das Gerät auf eine Montageplattform geschraubt, die lokal geerdet ist. In diesen Fällen sollte der Schirm am Kabelende überhaupt nicht aufgelegt werden. Wird keine Masseverbindung durch das Gerätegehäuse hergestellt, z.B. bei Laborexperimenten, sollte der Schirm am Kabelende mit der örtlichen Masse verbunden werden. Typischerweise ist das die Masse oder die Niederspannung der Stromversorgung oder die Masse des Netzes. In Ausnahmefällen, z.B. wenn sowohl das Gerät als auch ein Datenlogger an einen kleinen Mast angeschlossen sind, ist die lokale Masse an der Montageplattform die gleiche wie die Netzwerkmasse. In solchen Fällen kann die Erdung sowohl mit dem Gerätekörper als auch mit dem Schirm am Kabelende erfolgen.

## 4.7 Heizung der Versionen 00.16131.501030 und 00.1613.501000

00.16131.501030 und 00.16131.501000 haben eine integrierte Heizung. Die Beheizung des Sensors trägt zur Zuverlässigkeit und Genauigkeit der Messung bei und hilft, Betauung und Frostablagerungen zu vermeiden. Die Heizung wird typischerweise nur nachts eingeschaltet. Tagsüber wird empfohlen, die Heizung auszuschalten. Beachten Sie, dass die Verwendung der Heizung ohne zusätzliche Belüftung zu Nullpunktverschiebungen führen kann.

Die externe Belüftung kann dazu verwendet werden, den Effekt der Erwärmung zu reduzieren oder zu eliminieren. Beachten Sie, dass die Nichtbenutzung der Heizung keinen Einfluss auf die Gerätespezifikationen hat.

Die integrierte Heizung ist ein Widerstandselement mit konstantem Widerstand. Das bedeutet, dass die erzeugte Heizleistung mit der angelegten Spannung zunimmt. Wenn der Heizwiderstand R, und die Spannung, V, bekannt sind, wird die erzeugte Heizleistung, P, angegeben durch:

$$P = V^2 / R$$



Eine Heizleistung von ca. 1,5 W ist in der Regel ausreichend. Bei einem Heizwiderstand von 95  $\Omega$ , wie in der Spezifikationstabelle angegeben, werden 12 VDC benötigt, um diese Leistung zu erzeugen.

#### 4.8 4 bis 20mA Analog-Ausgang des 00.16131.501040

00.16131.501040 bietet dem Anwender die Möglichkeit, anstelle des Digitalausgangs einen 4 bis 20 mA-Ausgang zu verwenden. Bei Verwendung des 4 bis 20 mA-Ausgangs lesen Sie bitte zuerst dieses Kapitel.

Das Gerät kann direkt an gängige Datenerfassungssysteme mit 4 bis 20 mA-Eingang angeschlossen werden.

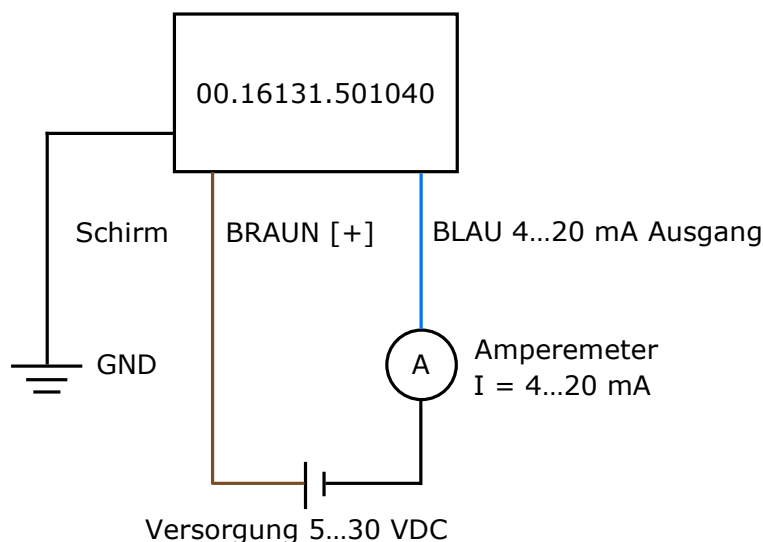
Die Bestrahlungsstärke E in  $W/m^2$  wird nach der folgenden Formel berechnet:

$$E = 1600 \cdot (I - 4 \times 10^{-3} A) / (16 \times 10^{-3} A)$$

I: Stromausgang in A  
E: Bestrahlungsstärke in  $W/m^2$

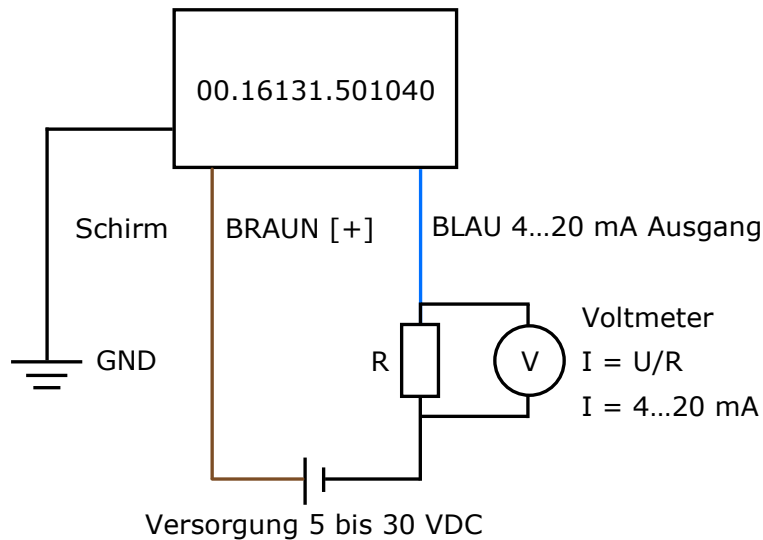
Somit entspricht ein Bestrahlungsstärke E von 0  $W/m^2$  einer Stromausgabe I von  $4 \times 10^{-3}$  A und die Bestrahlungsstärke 1600  $W/m^2$  entspricht typischerweise einer Stromausgabe von  $20 \times 10^{-3}$  A.

**Hinweis: Beachten Sie, dass die Signalleitung nicht nur zur Signalübertragung dient, sondern auch als Stromversorgung für die 4-20 mA Stromschleife!**



**Abbildung 4.8.1** Anschlussdiagramm des 00.16131.501040 an ein typisches Amperemeter oder einen Datenlogger mit Stromeingang

Um den Sensor an ein Voltmeter oder einen Spannungseingang anzuschließen, wird in der Regel ein 100  $\Omega$  Shunt-Widerstand (R) verwendet, um den Strom in eine Spannung umzuwandeln (die Spannung liegt dann im Bereich von 0,4 - 2 VDC). Der Shunt-Widerstand muss mit der blauen Ader des Sensors in Reihe geschaltet werden. Gemessen wird die Spannung, die über dem Shunt-Widerstand abfällt.



**Abbildung 4.8.2** Anschlussdiagramm des 00.16131.501040 an ein typisches Voltmeter oder einen Datenlogger mit Spannungseingang.

#### 4.9 Anforderungen an die Datenerfassung bei Verwendung des mV-Ausgangs

Die Auswahl und Programmierung der Datenlogger liegt in der Verantwortung des Anwenders. Der LAMBRECHT meteo-Datenlogger Ser[LOG] Plus ist ideal geeignet für die Messung der Sonneneinstrahlung mittels eines Pyranometers mit Millivolt-Ausgang.

00.16131.501000 kann in der Regel wie andere Pyranometer mit Thermosäule behandelt werden.

**Tabelle 4.9.1** Anforderungen an die Datenerfassungseinheit für die Messung mit 00.16131.501000

Messkanal zur Messung kleiner Spannungssignale	vorzugsweise: $5 \times 10^{-6} \text{ V}$ Messunsicherheit Mindestanforderung: $20 \times 10^{-6} \text{ V}$ Messunsicherheit (gültig für den gesamten zu erwartenden Temperaturbereich der Datenerfassungseinheit)
Notwendige Funktion des Datenloggers oder der Software	Datenspeichern und Berechnung der Sonneneinstrahlung mittels Division des Messsignals durch die Empfindlichkeit $E = U/S$
Eingangswiderstand der Datenerfassungseinheit	$> 1 \times 10^6 \Omega$
Kabelbrucherkennung (ACHTUNG)	Die Kabelbrucherkennung sollte nicht verwendet werden, da diese zu einer Erwärmung der Thermosäule und damit einer Verfälschung des Messsignals führen kann. Der Einfluss der Kabelbrucherkennung kann vernachlässigt werden wenn sie zum einen mit nur einem sehr kleinen Messstrom erfolgt und zum anderen in ausreichend zeitlichem Abstand zur normalen Messung stattfindet. (Empfohlen wird das Fünffache der Ansprechzeit des Sensors)

#### 4.10 Anschluss an ein RS-485 Netzwerk (Bus)

16131.5 ist für ein Zweidraht (Halbduplex) RS-485 Netzwerk ausgelegt. In einem solchen Netzwerk fungiert 16131.5 als Slave und empfängt Datenanfragen vom Master. Ein Beispiel für den Anschluss an ein RS-485-Zweidraht-Netzwerk ist in der Abbildung unten dargestellt. 16131.5 wird mit 8 bis 30 VDC versorgt. Das Netzteil wird in der Abbildung nicht angezeigt. Die Masse der Spannungsversorgung VDC [-] muss an die gemeinsame Leitung des Netzes angeschlossen werden. [Siehe auch „Modbus over serial line specification and implementation guide V1.02“ ([www.modbus.org](http://www.modbus.org))].

Nach den letzten Knoten im Netzwerk werden auf beiden Seiten Leitungsabschlusswiderstände (LT) benötigt, um Reflexionen im Netzwerk zu eliminieren. Nach dem RS-485-Standard haben diese LT einen typischen Wert von 120 bis 150  $\Omega$ . Legen Sie niemals mehr als zwei LT auf das Netzwerk und niemals den LT auf eine Abzweigleitung. Um das Rauschen im Netzwerk zu minimieren, wenn keine Übertragung stattfindet, ist ein Pull-Up- und Pull-Down-Widerstand erforderlich. Typische Werte für beide Widerstände liegen im Bereich von 650 bis 850  $\Omega$ .

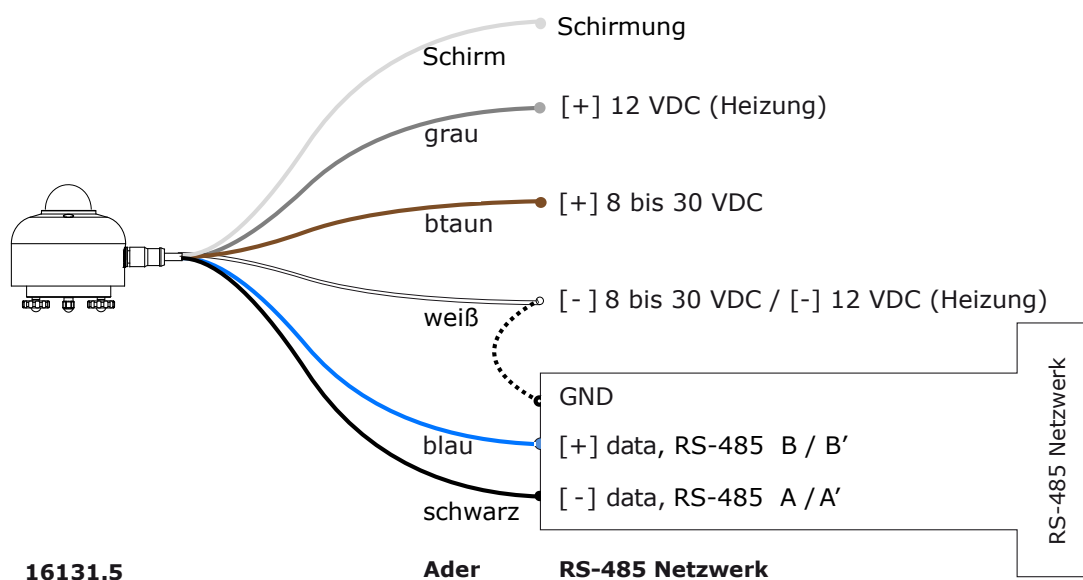


Abbildung 4.10.1 Anschluss des 16131.5 an ein typisches RS-485 Netzwerk

## 5 Kommunikation mit 16131.5

### 5.1 Modbus-Protokoll

Die Lambrecht meteo Modbus-Sensoren und der met[LOG] folgen der Spezifikation der Modbus Organisation: „MODBUS APPLICATION PROTOCOL SPECIFICATION V1.1b3“ (siehe [www.modbus.org](http://www.modbus.org)).

### 5.2 Data Encoding

MODBUS nutzt das „Big-Endian“ Format für Adressen und Daten. Das heißt, wenn ein Wert mit einem Zahlenformat übertragen wird, welches größer ist als ein einzelnes Byte, dass das „most significant byte“ als erstes gesendet wird. Bei Werten, die über ein Register hinausgehen (z.B. 32 bit) ist dies beim Modbus nicht eindeutig spezifiziert. Die LAMBRECHT-Modbus-Sensoren folgen in diesen Fällen (32 bit oder 64 bit) dem Big-Endian Zahlenformat.

Beispiel Big-Endian:

Register size value

16 - bits 0x1234 wird übertragen in der Reihenfolge: 0x12 0x34.

Beispiel Big-Endian (32 bit oder 64 bit):

Register size value

32 - bits 0x12345678 wird übertragen in der Reihenfolge: 0x12 0x34 0x56 0x78.

### 5.3 Geräte-Adresse

Erlaubt sind bei Modbus die Adressen 1...247.

*Warnung: Die Verwendung derselben Modbus-Adresse für mehr als ein Gerät führt zu einem fehlerhaften Verhalten des gesamten Netzwerks.*

### 5.4 Standardkonfiguration - Default

Baudrate: 19200 Baud

Adresse: Jeder Sensortyp (bzw. Familie) bekommt eine eigene Default-Adresse.

**Tabelle 5.4.1** Default-Adressen der LAMBRECHT-Sensoren

Adresse	Sensor
1	Windgeschwindigkeit
2	Windrichtung
3	Niederschlag rain[e]
4	THP
5	EOLOS IND
6	com[b]
7	PREOS
8	ARCO
9	u[sonic]
10	Pyranometer 2nd Class
11	Secondary standard Pyranometer, First Class Pyranometer
12	PT100 auf Modbus Umsetzer (Temperatur)

Byte-Rahmen laut MODBUS Standard für RTU Mode:

8E1 (1 Start Bit, 8 Daten Bits, 1 Parity Bit (Even Parity), 1 Stop Bit)

## 5.5 Modbus Befehlssatz

Die LAMBRECHT Modbus-Sensoren unterstützen folgende Befehle:

- "Read Input Register" Befehl: **0x04** (Lesen von Messdaten)
- "Write Multiple Register" Befehl: **0x10** (Schreiben von Sensorkennwerten)

## 5.6 Messwert- und Parameterregister

Die LAMBRECHT meteo Modbus liefern im Registerbereich 30001 ihre Messwerte. Die Register Adressen 30001 bis 35000 gelten für alle LAMBRECHT meteo Modbus Sensoren, sind aber nur verfügbar oder gültig, wenn der jeweilige Sensor die entsprechenden Werte unterstützt (z.B. ein reiner Windsensor liefert keine Luftfeuchtigkeit).

**Tabelle 5.6.1** Durch 16131.5 bereitgestellte Messwerte

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp
31401	Globalstrahlung Momentanwert	W/m <sup>2</sup>	10	1 Nachkommastelle	INT
31402	Globalstrahlung – Mittelwert seit letztem Anruf	W/m <sup>2</sup>	10	1 Nachkommastelle	INT
31403	Globalstrahlung - Maximalwert seit letztem Anruf	W/m <sup>2</sup>	10	1 Nachkommastelle	INT
31404	Globalstrahlung - Minimalwert seit letztem Anruf	W/m <sup>2</sup>	10	1 Nachkommastelle	INT
31501	Globalstrahlung Momentanwert (High-WORD) (Temperatur kompensiert)	W/m <sup>2</sup>	100	2 Nachkommastelle Die Register 31501 + 31502 müssen gemeinsam ausgelesen werden (Befehl 0x04)	LONG
31502	Globalstrahlung Momentanwert (Low-WORD) (Temperatur kompensiert)				

Die Register 31501 + 31502, „Globalstrahlung Momentanwert“, liefern die Bestrahlungstärke in 0,01 W/m<sup>2</sup>. Der angegebene Wert muss durch 100 geteilt werden, um den Wert in W/m<sup>2</sup> zu erhalten. MSW und LSW müssen zusammen in einer Anfrage gelesen werden.

**Hinweis:** Die Werte aus den Registern mit den Maximalwerten (31403) und Minimalwerten (31404) werden automatisch zurückgesetzt, sobald das Register (31402) mit den Mittelwerten ausgelesen wurde.

Die LAMBRECHT Sensoren geben im Fehlerfall 0xD8F1=-9999(16bit) oder 0xFF676981=-9999999 (32 bit) als Fehlercode oder ungültigen Messwert aus.

**Hinweis:** Ein einzelnes Auslesen der zusammengehörender Register (z.B. 31501 und 31502) ist nicht zulässig.

## 5.7 Weitere Messwertregister (Service)

**Tabelle 5.7.1**

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp
6	Sensorgehäusetemperatur	°C	100	2 Nachkommastellen	INT

Register 6, *Sensorgehäusetemperatur*, gibt die Temperatur des Sensorgehäuses in 0,01 °C an. Die Daten müssen durch 100 geteilt werden, um den Wert in °C zu erreichen.

## 5.8 Sensor Parameter / Konfigurations-Parameter

**Tabelle 5.8.1 Konfigurationsregister**

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp
40001	Modbus-Geräte Adresse		1	Die Adressen 1...247 sind erlaubt.	INT
40200	Baudrate		0,01	96=9600 192=19200 384=38400	INT
46000	Anzahl der Mapping-Register*		1	Enthält die Anzahl der verfügbaren Mapping-Register für die Autokonfiguration 16131.5 = 6	INT

\* Weitere Informationen zu den Registern für die Autokonfiguration finden Sie im Anhang.

Register 40001, Modbus-Geräteadresse, enthält die Modbus-Adresse des Sensors. Damit kann der Modbus-Master den Slave 16131.5 in seinem Netzwerk erkennen. Die Adresse kann geändert werden; der Wert der Adresse muss zwischen 1 und 247 liegen. Die voreingestellte Modbus-Adresse ist 11.

**Hinweis:** Der Sensor muss neu gestartet werden, bevor Änderungen wirksam werden.

Im Register 40200, Baudrate, werden die Einstellungen für die Baudrate vorgenommen. Das Framing der seriellen Datenübertragung entspricht 8 Datenbits, (Even Parity) 1 Paritäts-Bit und 1 Stopbit. Die Standardeinstellung der Baudrate ist 19200 Baud.

**Hinweis:** Der Sensor muss neu gestartet werden, bevor Änderungen wirksam werden.

**Tabelle 5.8.2 Datenformate**

Datenformat	Beschreibung
uINT	Unsigned 16 bit Integer
INT	Signed 16 bit Integer
uLONG	Unsigned 32 bit Integer
LONG	Signed 32 bit Integer

Das Datenformat umfasst vorzeichenbehaftete (signed) und vorzeichenlose (unsigned) Integer. Der Unterschied zwischen diesen Typen besteht darin, dass eine vorzeichenbehaftete ganze Zahl negative Werte weitergibt, was den Bereich der ganzen Zahl um die Hälfte reduziert.

**Hinweis:** Es können nur bis zu fünf 16-Bit-Register in einer Anfrage angefordert werden; wenn sechs oder mehr Register angefordert werden, müssen mehrere Anfragen verwendet werden.

Ist das Datenformat ein vorzeichenbehaftete oder nicht vorzeichenbehaftete 32-Bit Integer, ist das erste empfangene Register das höchstwertige Wort (MSW) und das zweite Register das niederwertigste Wort (LSW). Damit sind zwei 16-Bit-Register für eine 32-Bit-Ganzzahl reserviert. MSW und LSW müssen zusammen mit einer Anfrage ausgelesen werden. Dies ist notwendig, um sicherzustellen, dass beide Register die Daten der gleichen internen Messung enthalten.

## 5.9 Netzwerk-Kommunikation (Bus): Einstieg

Sobald er die richtige Modbus-Adresse und Kommunikationseinstellungen hat, kann 16131.5 direkt an ein RS-485-Netzwerk und eine Stromversorgung angeschlossen werden.

Die Installation eines 16131.5 im Netzwerk erfordert auch die Konfiguration der Kommunikation für dieses neue Modbus-Gerät. Diese besteht in der Regel darin, eine Anfrage zu definieren, die jeweils vom Master gesendet werden kann.

Typischerweise muss der Master alle 1 Sekunde die Bestrahlungsstärke in den Registern 31501 + 31502 abfragen und die 60-Sekunden-Mittelwerte speichern. Das Datenformat von Register 31501 + 31502 ist ein signed 32-Bit Integer.

**Hinweis:** Es können bis zu fünf 16-Bit-Register in einer Anfrage angefordert werden. Werden sechs oder mehr Register in nur einer Anfrage angefordert, antwortet 16131.5 nicht. Bei der Anforderung von sechs oder mehr Registern müssen mehrere Anfragen verwendet werden: 16131.5 antwortet dann wie erwartet.

## 5.10 Modbus-Adresse und Kommunikationseinstellungen anpassen

Die Einstellung der Geräteadresse und der Baudrate kann auf unterschiedliche Weise erfolgen:

- durch Anschluss des Sensors an den PC und Verwendung eines Modbus-Testwerkzeugs. Es gibt Links zu verschiedenen Testwerkzeugen unter [www.modbus.org](http://www.modbus.org)
- unter Verwendung einer verfügbaren Netzwerk-Benutzeroberfläche.

Die Modbus-Adresse ist im Register 40001 gespeichert und hat den Defaultwert 11 und kann vom Anwender auf einen Wert im Bereich von 1 bis 247 geändert werden. Der Adresswert muss im Netzwerk eindeutig sein. Die Kommunikationseinstellungen werden im Register 40200 gespeichert.

Der Standard-Kommunikationsrahmen ist 19200 Baud, mit 8 Datenbits, (Even Parity) 1 Paritäts-Bit und 1 Stopp-Bit. Nach dem Schreiben einer neuen Adresse oder Kommunikationseinstellung muss der Sensor neu gestartet werden.

## 6 Wartung und Fehlerbehebung

### 6.1 Empfohlene Wartung und Qualitätssicherung

Das Pyranometer 16131.5 kann an den meisten Standorten zuverlässig und wartungsarm messen. In der Regel werden unzuverlässige Messungen als unangemessen große oder kleine Messwerte erkannt. Dies bedeutet in der Regel, dass eine regelmäßige Sichtkontrolle in Verbindung mit einer kritischen Überprüfung der Messdaten, vorzugsweise gegen andere Messungen, der beste Weg zu einer zuverlässigen Messung ist.

**Tabelle 6.1.1** *Empfohlene Wartung des 16131.5. Die Datenanalyse und Reinigung (1 und 2) sollte nach Möglichkeit täglich erfolgen.*

EMPFOHLENE MINIMALWARTUNG VON PYRANOMETERN			
	INTERVALL	GEGENSTAND	AKTION
1	1 Woche	Datenanalyse	Messdaten mit der maximal möglichen / maximal zu erwartenden Bestrahlungsstärke oder mit anderen Messungen in der Nähe vergleichen (redundante Geräte). Auch historische Saisonaufzeichnungen können als Quelle für Erwartungswerte verwendet werden. Nachtsignale analysieren. Diese Signale können negativ sein (bis zu – 5 W/m <sup>2</sup> in klaren, windstillen Nächten), aufgrund des Nullpunkt-Offset a. Bei der Verwendung bei PV-Anlagen vergleichen Sie die Tagesmessungen mit der Leistung der PV-Anlage. Suchen Sie nach Mustern und Ereignissen, die von dem, was normal oder erwartet wird, abweichen.
2	2 Wochen	Reinigen	Verwenden Sie ein weiches Tuch, um die Kuppel des Pyranometers zu reinigen, hartnäckige Flecken können mit Seifenwasser oder Alkohol behandelt werden.
3	6 Monate	Inspektion	Kabelqualität prüfen, Steckverbinder prüfen, Einbaulage prüfen, Kabel prüfen, Gerät reinigen, Kabel reinigen, Nivellierung prüfen, falls erforderlich Neigungswinkel des Gerätes ändern, Installation auf der Halterung prüfen, Kuppel-Innenraum auf Kondensation prüfen
5	2 Jahre	Rekalibrierung	Rekalibrierung durch Seite-an-Seite-Vergleich mit einem höherwertigen Pyranometer im Feld nach ISO 9847
6		Bewertung des Lebenszeit	Beurteilen, ob das Gerät für weitere 2 Jahre zuverlässig ist oder ob es ersetzt werden soll.
7	> 5 Jahre	Trockenmittelersatz	Trockenmittel bei Hersteller austauschen lassen.
8		Verschleißteile tauschen	Gegebenenfalls sind die Teile, die am stärksten der Alterung und Witterung ausgesetzt sind, auszutauschen; Kabel, Stecker, Sonnenschutz, Ventilator. HINWEIS: Austausch des Ventilators nur durch den Hersteller



## 6.2 Fehlerbehebung

**Tabelle 6.2.1 Fehlerbehebung beim Pyranometer 00.16131.501030 und 00.16131.501040**

Allgemein	<p>Überprüfen Sie das Gerät auf Beschädigungen.</p> <p>Überprüfen Sie, ob der Stecker richtig angeschlossen ist.</p> <p>Überprüfen Sie den Zustand der Steckverbinder (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel).</p> <p>Prüfen Sie, ob der Sensor eine Gleichspannung im Bereich von 5 bis 30 VDC erhält.</p> <p>Überprüfen Sie den Anschluss des Schirms (typischerweise nicht netzseitig angeschlossen).</p> <p>Überprüfen Sie den Anschluss der Sensor-Stromversorgung, typischerweise ist die Masse mit dem Netzwerk verbunden.</p>
Vorbereitung für den Indoor-Test	<p>Installieren Sie ein Modbus-Testwerkzeug auf einem PC. Schließen Sie an den PC einen RS-485 Konverter an. Legen Sie die Versorgungsspannung an den Sensor an und stellen Sie die Kommunikation mit dem Sensor her. Beim Einschalten kann das Signal einen temporären Ausgangspegel haben, der sich von Null unterscheidet; ein Offset. Dieser Offset ist ein normaler Teil des Einschaltvorgangs und verschwindet wieder nach der Aufwärmzeit.</p>
Der Sensor gibt kein Signal	<p>Prüfen Sie, ob der Sensor auf Licht reagiert: Setzen Sie den Sensor einer starken Lichtquelle aus, z.B. einer 100 W Glühlampe in 0,1 m Entfernung. Das Signal sollte nun <math>&gt; 100 \text{ W/m}^2</math> betragen. Verdunkeln Sie den Sensor, indem Sie etwas darüber legen oder das Licht ausschalten. Der Spannungsausgang des Gerätes sollte nach unten gehen und innerhalb einer Minute <math>0 \text{ W/m}^2</math> erreichen. Überprüfen Sie die Datenerfassung, indem Sie den Sensor durch einen Ersatzsensor mit der gleichen Adresse ersetzen.</p>
Es ist nicht möglich mit dem Sensor zu kommunizieren	<p>Überprüfen Sie alle physikalischen Verbindungen zum Sensor und versuchen Sie es erneut. Wenn die Kommunikation nicht möglich ist, versuchen Sie herauszufinden, ob die Adresse und die Kommunikationseinstellungen korrekt sind. Untersuchen Sie das Kabel, indem Sie den Widerstand von den Stiften bis zu den Kabelenden messen. Der elektrische Widerstand sollte <math>&lt; 10 \Omega</math> sein. Im Zweifelsfall ein neues Kabel ausprobieren.</p> <p>Wenn alle physikalischen Anschlüsse korrekt sind und der Sensor immer noch nicht gefunden werden kann, wenden Sie sich bitte an den Hersteller, um den Sensor zur Diagnose und Wartung einzusenden.</p>
16131.5 antwortet nicht auf eine Anfrage von 6 oder mehr Registern	<p>Es ist nicht möglich, mehr als fünf 16-Bit-Register mit einer Anfrage anzufordern. Bei einer Anforderung von sechs oder mehr Registern mit nur einer Anfrage antwortet der Sensor nicht. Wenn Sie sechs oder mehr Register anfordern, verwenden Sie mehrere Anfragen: Der Sensor reagiert dann wie erwartet.</p>
Das Sensorsignal ist unrealistisch hoch oder niedrig.	<p>Beachten Sie, dass die Nachtsignale aufgrund des Nullpunkt-Offset negativ sein können (bis zu <math>-5 \text{ W/m}^2</math> bei windstillen Nächten im Standardbetrieb).</p> <p>Prüfen Sie, ob das Pyranometer saubere Kuppeln hat.</p> <p>Überprüfen Sie die Position des Pyranometers: Gibt es Hindernisse, die das Messergebnis erklären könnten?</p> <p>Prüfen Sie die Ausrichtung / Nivellierung des Pyranometers.</p> <p>Überprüfen Sie den Zustand des Kabels auf Kabelbrüche. Überprüfen Sie den Zustand der Steckverbinder (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel).</p>
Das Sensorsignal zeigt unerwartete Schwankungen.	<p>Prüfen Sie das Vorhandensein starker elektromagnetischer Strahlungsquellen (Radar, Funk). Zustand und Anschluss des Schirms prüfen.</p> <p>Prüfen Sie den Zustand des Sensorkabels.</p> <p>Prüfen Sie, ob sich das Kabel während der Messung nicht bewegt.</p> <p>Prüfen Sie den Zustand der Steckverbinder (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel).</p>
Die äußere Kuppel zeigt Innenkondensation.	<p>Falls eine geringe, kaum sichtbare Feuchtigkeitsschicht vorhanden ist: Schicken Sie den Sensor zur Diagnose und Wartung an den Hersteller.</p>
Die innere Kuppel zeigt Innenkondensation.	<p>Schicken Sie den Sensor zur Diagnose und Wartung an den Hersteller.</p>

**Tabelle 6.2.2 Fehlerbehebung beim Pyranometer 00.16131.501000**

<p>Der Sensor gibt kein Signal</p>	<p>Prüfen Sie den elektrischen Widerstand des Sensors zwischen der grauen (-) und der weißen (+) Ader. Wählen Sie dazu am Multimeter den Messbereich 1000 <math>\Omega</math> aus. Messen Sie den Sensor-Widerstand zuerst mit der einen Polarität, dann mit umgekehrter Polarität. Nehmen Sie den Durchschnittswert. Der typische Widerstand der Verdrahtung beträgt 0,1 <math>\Omega</math>/m. Der gemessene Widerstand sollte der typische Sensorwiderstand von 50 <math>\Omega</math> bis 150 <math>\Omega</math> sein, plus ca. 1,5 <math>\Omega</math> für den Schleifenwiderstand der Leitung (bei 3 m). Ein unendlicher Widerstand zeigt einen unterbrochenen Stromkreis an; Null oder ein niedrigerer Widerstand zeigt einen Kurzschluss an.</p> <p>Prüfen Sie, ob der Sensor auf Licht reagiert: Stellen Sie das Multimeter auf seinen empfindlichsten Bereich der Gleichspannungsmessung, typischerweise im Bereich von <math>100 \times 10^{-3}</math> VDC oder darunter. Setzen Sie den Sensoren einer starken Lichtquelle aus, z.B. eine 100 W Glühlampe bei 10 cm Abstand. Das Signal sollte nun <math>&gt; 2 \times 10^{-3}</math> V betragen. Verdunkeln Sie den Sensor. Der Spannungsausgang des Gerätes sollte nach unten gehen und sich innerhalb einer Minute 0 V nähern.</p> <p>Überprüfung der Datenerfassung durch Anlegen einer <math>1 \times 10^{-6}</math> V Spannung. Überprüfen Sie den Zustand des Steckers (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel).</p>
<p>Das Sensorsignal ist unrealistisch hoch oder niedrig.</p>	<p>Beachten Sie, dass Nachtsignale negativ sein können. Bei klarem Himmel und Windstille können die Werte aufgrund des Nullpunkt-Offset a auf bis <math>-5 \text{ W/m}^2</math> bzw. bei aktivierter Heizung bis <math>-8 \text{ W/m}^2</math> runtergehen.</p> <p>Prüfen Sie, ob das Pyranometer eine saubere Kuppel hat.</p> <p>Überprüfen Sie die Position des Pyranometers; gibt es irgendwelche Hindernisse, die das Messergebnis erklären können.</p> <p>Prüfen Sie die Ausrichtung / Nivellierung des Pyranometers.</p> <p>Überprüfen Sie, ob der richtige Kalibrierfaktor (Empfindlichkeit) in den Algorithmus eingegeben wurde. Bitte beachten Sie jeder Sensor hat seinen eigenen, individuellen Kalibrierfaktor, der in seinem Kalibrierzertifikat steht.</p> <p>Prüfen Sie, ob in der Berechnung der Spannungswert durch den Kalibrierfaktor dividiert wird.</p> <p>Überprüfen Sie den Zustand der Verkabelung am Datenlogger.</p> <p>Überprüfen Sie den Zustand des Kabels auf Kabelbrüche. Überprüfen Sie den Zustand der Stecker (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel). Überprüfen Sie den Messbereich des Datenloggers; der tatsächliche Wert könnte außerhalb des Messbereichs liegen.</p> <p>Überprüfung der Datenerfassung durch Anlegen einer <math>1 \times 10^{-6}</math> V Spannung. Sehen Sie sich die Ausgabe an. Prüfen Sie, ob die Ausgabe wie erwartet ist.</p> <p>Überprüfen Sie die Datenerfassung durch Kurzschließen des Datenerfassungseingangs mit einem 100 <math>\Omega</math> Widerstand Sehen Sie sich die Ausgabe an. Prüfen Sie, ob die Leistung nahe bei <math>0 \text{ W/m}^2</math> liegt.</p>
<p>Das Sensorsignal zeigt unerwartete Schwankungen.</p>	<p>Prüfen Sie das Vorhandensein starker elektromagnetischer Strahlungsquellen (Radar, Funk). Zustand und Anschluss des Schirms prüfen.</p> <p>Prüfen Sie den Zustand des Sensorkabels.</p> <p>Prüfen Sie, ob sich das Kabel während der Messung nicht bewegt.</p> <p>Prüfen Sie den Zustand der Steckverbinder (sowohl am Gehäuse als auch am Kabel).</p>
<p>Die äußere Kuppel zeigt Innenkondensation.</p>	<p>Falls eine geringe, kaum sichtbare Feuchtigkeitsschicht vorhanden ist: Schicken Sie den Sensor zur Diagnose und Wartung an den Hersteller.</p>
<p>Die innere Kuppel zeigt Innenkondensation.</p>	<p>Schicken Sie den Sensor zur Diagnose und Wartung an den Hersteller.</p>

## 7 Anhang

### 7.1 LAMBRECHT meteo – Auto-Konfiguration

Die Modbus-Sensoren von LAMBRECHT meteo bieten die Möglichkeit der Autokonfiguration. Dies wird z.B. durch den LAMBRECHT meteo Datenlogger met[LOG] unterstützt. Für die Autokonfiguration werden die Registeradressen der im Registerbereich 30001 bis 35000 verfügbaren Messwerte und Sensordaten als aufeinanderfolgende Werte in den LAMBRECHT-Sensoren im Registerbereich 46001 bis 49000 aufgeführt. Die Register 46001 bis 49000 können nur als Block ausgelesen werden! Die Länge des Blocks bzw. die Anzahl der verfügbaren Mappingregister befindet sich im Holdingregister 46000.

**Tabelle 7.1.1** Anzahl der Mapping-Register

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp
46000	Anzahl der Mapping-Register		1	Enthält die Anzahl der verfügbaren Mapping-Register für die Autokonfiguration $16131.5 = 6$	INT

Da die Adressen aus dem Bereich 30001 bis 35000 für alle LAMBRECHT-Sensoren gelten, ist eine Adresse aus diesem Bereich auch repräsentativ für einen Messwerttyp.

Beispielsweise enthält das Register 30401 immer den aktuellen Wert der Lufttemperatur. Ist diese Registeradresse nicht in der Liste im Registerbereich 46001 bis 49000 enthalten, liefert der angeschlossene Modbus-Sensor keine Lufttemperatur.

Wird die Autokonfiguration mit dem Datenlogger met[LOG] gestartet, werden die verfügbaren Mapping-Register an jeder COM-Schnittstelle im Geräte-Adressbereich 1...25 abgefragt. Dazu wird die Anzahl der Mappingregister aus Register 46000 gelesen und der Registerbereich ab 46001 als Block ausgelesen.

Die folgende Tabelle enthält die Zuordnung der Konfiguration zu den einzelnen (möglichen) Momentanwert-Registern der Sensoren. Einige Sensoren liefern Register mit Mittelwerten, Minimal- und Maximalwerten oder zusätzlichen Werten, die über diese Spezifikation hinausgehen. Unbekannte Registeradressen (oder nicht benötigte Register) müssen daher bei der Autokonfiguration ignoriert werden.

**Tabelle 7.1.2 Standard-Register für Auto-Konfiguration**

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp	Funktionscode	Speichertyp >16 bit
30001	Windgeschwindigkeit Momentanwert	m/s	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
30201	Windrichtung Momentanwert	°	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
30401	Lufttemperatur Momentanwert	°C	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
30601	Luftfeuchtigkeit Momentanwert	% r.F.	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
30701	Taupunkt Momentanwert	°C	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
30801	Luftdruck Momentanwert	hPa	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
31001	Niederschlagsgesamtmenge	mm	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
31101	Niederschlagsgesamtmenge (High-WORD)	mm	1000	3 Dezimalstellen Die Register 31101 + 31102 können nur gemeinsam ausgelesen werden. (Funktionscode 0x04)	LONG	0x04	Big-Endian WORD
31102	Niederschlagsgesamtmenge (Low-WORD)					0x04	
31201	Niederschlagsintensität der letzten Minute (gleitend)	mm/min	1000	= Mittelwert (1-Min.) 3 Dezimalstellen Zeitbasis = 1 Min. Messrate = 6x pro Min.	INT	0x04	Big-Endian WORD
31401	Globalstrahlung Momentanwert	W/m <sup>2</sup>	10	1 Dezimalstelle	INT	0x04	Big-Endian WORD
31501	Globalstrahlung Momentanwert (High-WORD) (temperaturkompensiert)	W/m <sup>2</sup>	100	2 Dezimalstellen Die Register 31501 + 31502 können nur gemeinsam ausgelesen werden. (Funktionscode 0x04)	LONG	0x04	Big-Endian WORD
31502	Globalstrahlung Momentanwert (Low-WORD) (temperaturkompensiert)					0x04	
31591	Globalstrahlung Momentanwert (High-WORD) (unkompensiert)	W/m <sup>2</sup>	100	2 Dezimalstellen Die Register 31591 + 31592 können nur gemeinsam ausgelesen werden.	LONG	0x04	Big-Endian WORD
31592	Globalstrahlung Momentanwert (Low-WORD) (unkompensiert)					0x04	

Die Register mit den Adressen 46001-49000 enthalten für jeden Sensor die verfügbaren Register mit Messwerten und Sensordaten aus dem Bereich 30001-35000.

**Die Register können nur als Block ausgelesen werden! Die Länge des Blocks oder die Anzahl der verfügbaren Mapping-Register befindet sich im Register 46000.**

Zum Beispiel stehen bei 16131.5 in den Registern 46001 bis 46008 gültige Adressen. Das Register 46000 enthält die Anzahl der Register =6. Alle 6 Register müssen in einem Block mit dem Funktionscode 0x04 ausgelesen werden. Zu viele oder zu wenige Register führen zu einer Fehlermeldung.

**Tabelle 7.1.3** Mapping-Register für die Auto-Konfiguration des 16131.5

Register Adresse	Parameter Name	Einheit	Faktor	Beschreibung	Datentyp
46001	31401	Registeradresse	1	Globalstahlung Momentanwert	INT
46002	31402	Registeradresse	1	Globalstahlung - Mittelwert seit letztem Anruf	INT
46003	31403	Registeradresse	1	Globalstahlung - Maximalwert seit letztem Anruf	INT
46004	31404	Registeradresse	1	Globalstahlung - Minimalwert seit letztem Anruf	INT
46005	31501	Registeradresse	1	Globalstahlung Momentanwert (High-WORD) (temperaturkompensiert)	INT
46006	31502	Registeradresse	1	Globalstahlung Momentanwert (Low-WORD) (temperaturkompensiert)	INT

**Hinweis:** Normalerweise können beim 16131.5 nur bis zu fünf 16-Bit-Register mit einer Anfrage angefordert werden. Nur die 6 Mapping-Register für die Autokonfiguration können ohne Fehler mit einer Anfrage angefordert werden. Für alle anderen Register gilt: "Wenn Sie sechs oder mehr Register anfordern, verwenden Sie mehrere Register!".

## 7.2 EU Konformitätserklärung



Wir, LAMBRECHT meteo GmbH.  
Friedländer Weg 65-67  
37085 Göttingen  
Deutschland

in Übereinstimmung mit den Anforderungen der folgenden Richtlinie:

2014/30/EU Die Richtlinie zur elektromagnetischen Verträglichkeit

erklären hiermit, dass:

Produkt Modell: 00.16131.501000, 00.16131.501030, 00.16131.501040  
Produkt Typ: Pyranometer

so konzipiert wurde, dass es den einschlägigen Abschnitten und den geltenden Anforderungen der folgenden Normen entspricht:

EMV: IEC/EN 61000-6-1, Klasse B, Elektromagnetische Verträglichkeit, IEC CISPR11  
und EN 55011 Class B Anforderung  
Störfestigkeit: IEC/EN 61000-6-2 Störfestigkeit für Industriebetriebe  
und IEC 61326 Anforderungen

Technische Änderungen vorbehalten.  
Betriebsanleitung\_16131.5 12.19

---

LAMBRECHT meteo GmbH  
Friedländer Weg 65-67  
37085 Göttingen  
Germany

Tel +49-(0)551-4958-0  
Fax +49-(0)551-4958-312  
E-Mail info@lambrecht.net  
Internet www.lambrecht.net