

Herstellernachweis der Premium Mounting Technologies GmbH & Co. KG

zur Dokumentation und Nachweis der niederohmigen Verbindung
an den Systemen PMT EVO 2.0 EW 10/15° und PMT EVO 2.0 South 10/15°

1. Vorbemerkung

Nachfolgendes Dokument stellt eine Untersuchung und einen daraus abgeleiteten Herstellerhinweis der niederohmigen Verbindung dar. Der Herstellerhinweis gilt als Nachweisführung der Messanforderung für den Prüfbericht für netzgekoppelte Photovoltaik-Systeme gemäß VDE 01026-23 (DIN EN 62446), Anhang C oder dessen aktualisierten Nachfolgedokumenten mit gleichen Anforderungsinhalt.

Die Herstellung und Nachweisführung einer normgerechten elektrischen Gesamtanlage und deren Berührungssicherheit samt Funktionserdung und Potentialausgleich nach DIN VDE 0100 Teil 712 sowie DIN VDE 0100-600 und weiterer inhaltsgleicher oder inhaltsähnlicher Errichtungsanforderungen (z.B. DIN VDE 0100 Teil 540, DIN VDE 0100-200 / 826-13-10:2006 u.w.) obliegt dem Anlagenerrichter und ist nicht Bestandteil des Herstellernachweises.

Die Berührungssicherheit elektrischer Anlagen hat insbesondere auf dem Dach eine erhöhte Bedeutung. Primär-Schädigungen durch elektrischen Schlag sind gerade auf Dächern sehr gefährlich, da sie sehr leicht zu schweren Sekundärschäden (Sturz vom Dach) führen können!

Die Untersuchung erfolgte an Standardbauteilen und deren Verbindungen des Systems PMT EVO 2.0 EW 10°. Die Bauteile wurden der Serienproduktion entnommen und erfuhren keiner weiteren Behandlung oder Veränderung. Die Untersuchung ist auf Grund der Multisystemfunktionalität der Bauteile für folgende Systeme gültig:

- PMT EVO 2.0 EW 10° (inkl. Verbindungen 127, 283, 383, 583)
- PMT EVO 2.0 EW 15° (inkl. Verbindungen 127, 283, 383, 583)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1500mm)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1650mm)
- PMT EVO 2.0 South 15° (1500mm)
- PMT EVO 2.0 South 15° (1650mm)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1300mm)

2. Messmittel, Prüflinge und Referenzmessung

2.1 Messgerät:

Zur Messung wurde ein Multifunktionsmessgerät FLUKE Typ 1664 FC Multifunction Tester (Seriennummer: 3823003) inklusive Messkabel und Krokodilklemmen in der Messeinstellung R_{Lo} für niederohmige Messungen eingesetzt.



Bild 1: Messgerät Fluke Typ 1164 FC



Bild 2: Messgerät Fluke Typ 1164 FC mit Messkabel

2.2 Prüflinge:

Gemessen wurde an den Bauteilen:

- Art. Nr. 52215-1384 EVO 2.0 B10 75 (B 1.1 – B 1.5)
- Art. Nr. 52215-1385 EVO 2.0 T10 75 (T 1.1 – T 1.10)
- Art. Nr. 52215-1374 EVO 2.0 AEBP Typ 75 (AEBP 1.1 – AEBP 1.4)
- Art. Nr. 52215-0132 MK Typ 40 (MK 1.1 – MK 1.10)
- Art. Nr. 52215-1377 EVO 2.0 V2BP Typ 267 (VBP 1.1 – 1.10)
- Art. Nr. 52215-1388 EVO 2.0 QBS Typ 1682 (QS 1.1 – 1.5)
- Art. Nr. 52215-1767 EVO 2.0 HBP Typ 2013 (HBP 1.1 – 1.10)

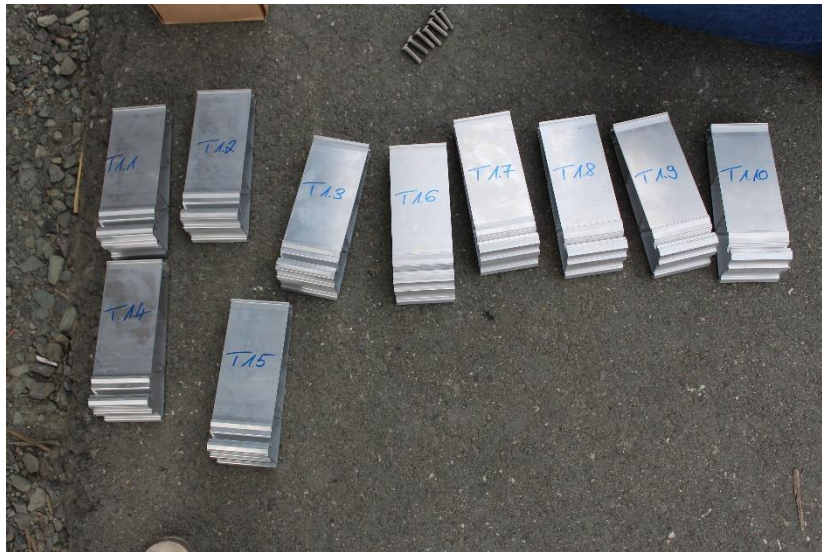


Bild 3: Prüfling Nr. T 1.1 – T 1.10



Bild 4: Prüfling Nr. QS 1.1 – QS 1.5



Bild 5: Prüfling Nr. HBP 1.1 – HBP 1.10



Bild 6: Prüfling Nr. AEBP 1.1 – 1.4

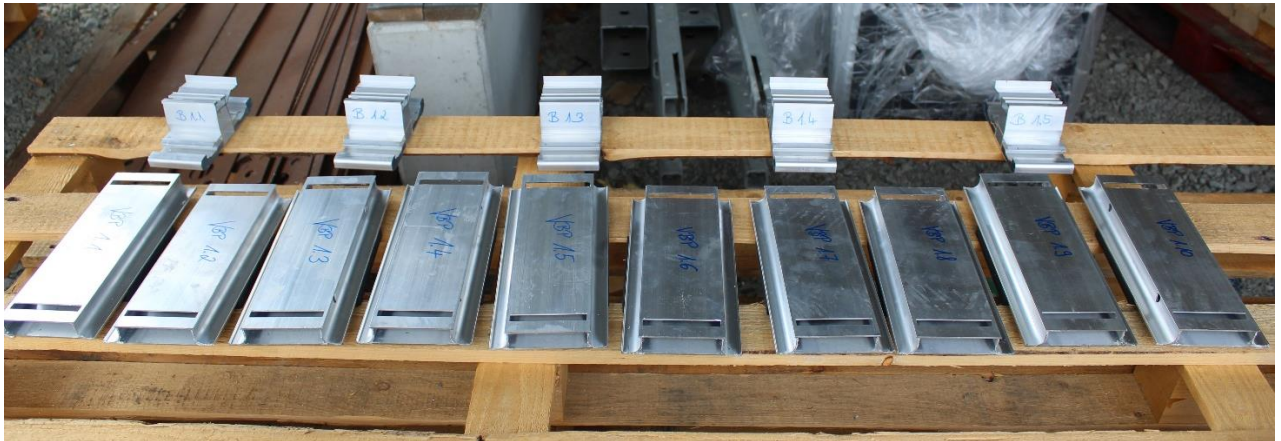


Bild 7: Prüfling Nr. B 1.1 – B 1.5 + Prüfling Nr. VBP 1.1 – VBP 1.10



Bild 8: Prüfling Nr. MK 1.1 – MK 1.10

2.3 Referenzmessung:

Zur Vermeidung von Messfehlern und Bestimmung des internen Messwiderstandes des Gerätes und der Kontaktklemmen wurden 5 Referenzmessungen mit geschlossenen Klemmen und Messkreis vorgenommen.



Bild 9: Messgerät mit geschlossenem Messkreis und Referenzmessung

Referenzmessung R_{Lo} (Ω)	Messung 1	Messung 2	Messung 3	Messung 4	Messung 5
		0,09	0,09	0,09	0,09
	Mittelwert R_{Lo-REF} (Ω)				0,09

Auswertung 1: Referenzmessreihe mit geschlossenem Messkreis

Ergebnis: Die interne Messung ergab einen minimalen gemittelten internen Messwiderstand von $0,09\Omega$. Dieser Wert gilt als Referenz- und Nullmesspunkt und ist von allen anderen Messergebnissen abzuziehen.

3. Messungen an Prüflingen

3.1 Verbindung Art. Nr. 52215-1377 – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1377



Bild 10: Messung 1: R_{Lo} 1377-1384-1377

Messung 1 R _{LO} (Ω)	Messung 1.1	Messung 1.2	Messung 1.3	Messung 1.4	Messung 1.5
	0,10	0,11	0,10	0,12	0,10
Mittelwert R _{LO} (Ω)					0,11
R _{LO} (abzüglich Referenzwert) (Ω)					0,02

Auswertung 2: Messung 1: 1377-1384-1377

Ergebnis: Die Messung 1 zwischen den Bauteilen 1377-1384-1377 ergab einen Mittelwert von 0,02Ω.

3.2 Verbindung Art. Nr. 52215-1385 – Art. Nr. 52215-1767



Bild 11: Messung 2: R_{LO} 1385-1767

Messung 2 R _{LO} (Ω)	Messung 2.1	Messung 2.2	Messung 2.3	Messung 2.4	Messung 2.5
	0,09	0,09	0,09	0,09	0,10
Mittelwert R _{LO} (Ω)					0,09
R _{LO} (abzüglich Referenzwert) (Ω)					0,00

Auswertung 3: Messung 2: 1385-1767

Ergebnis: Die Messung 2 zwischen den Bauteilen 1385-1767 ergab einen Mittelwert von R_{LO} = 0,00Ω.

3.3 Verbindung Art. Nr. 52215-1767 – Art. Nr. 52215-1388 – Art. Nr. 52215-1767



Bild 12: Messung 3: R_{LO} 1767-1388-1767

Messung 3 R_{LO} (Ω)	Messung 3.1	Messung 3.2	Messung 3.3	Messung 3.4	Messung 3.5
	0,10	0,11	0,10	0,12	0,10
Mittelwert R_{LO} (Ω)					0,11
R_{LO} (abzüglich Referenzwert) (Ω)					0,02

Auswertung 4: Messung 3: R_{LO} 1767-1388-1767

Ergebnis: Die Messung 3 zwischen den Bauteilen 1767-1388-1767 ergab einen Mittelwert von $R_{LO} = 0,02\Omega$.

3.4 Verbindung Art. Nr. 52215-0132 – Art. Nr. 52215-1385 – Art. Nr. 52215-1767 – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1374



Bild 13: Messung 4: R_{LO} 0132-1385-1767-1384-1374

Messung 4 R _{LO} (Ω)	Messung 4.1	Messung 4.2	Messung 4.3	Messung 4.4	Messung 4.5
		0,16	0,10	0,13	0,12
	Mittelwert R _{LO} (Ω)				0,12
	R _{LO} (abzüglich Referenzwert) (Ω)				0,03

Auswertung 5: Messung 4: R_{LO} 0132-1385-1767-1384-1374

Ergebnis: Die Messung 4 zwischen den Bauteilen 0132-1385-1767-1384-1374 ergab einen Mittelwert von R_{LO} = 0,03Ω.

3.5 Verbindung Art. Nr. 52215-1374 – (3 x (Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1767 – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1377)) – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1767 – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1374



Bild 14: Messung 5: R_{LO} 1374-(3x (1384-1767-1384-1377)) -1384-1767-1384-1374

Messung 5 R _{LO} (Ω)	Messung 5.1	Messung 5.2	Messung 5.3	Messung 5.4	Messung 5.5
	0,15	0,19	0,21	0,19	0,18
	Mittelwert R _{LO} (Ω)				0,18
	R _{LO} (abzüglich Referenzwert) (Ω)				0,09

Auswertung 6: Messung 5: R_{LO} 1374-(3x (1384-1767-1384-1377)) -1384-1767-1384-1374

Ergebnis: Die Messung 5 zwischen den Bauteilen 1374-(3x (1384-1767-1384-1377)) -1384-1767-1384-1374 ergab einen Mittelwert von R_{LO} = 0,09Ω.

Hinweis: Die Messung wurde inkl. dem Verbindungskabel Typ PRYSMIAN TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 6mm² (l=16,30m) durchgeführt. Der interne R_{LO} des Verbindungskabels wurde nicht abgezogen. Die Messung liegt somit im sicheren Bereich und ist als konservativ anzusehen.



Bild 15: Verwendetes Verbindungskabel Typ PRYSMIAN TECSUN(PV) H1Z2Z2-K 6mm²

4. Gesamtbetrachtung

Bei allen Systemen der Familie PMT EVO 2.0 gibt es eine Maximalfeldgröße von 20x20m zur Minimierung der negativen Einflüsse der thermischen Längenausdehnung auf die Bauteile, der PV-Module und des Dachaufbaus.

Nachfolgend soll auf Basis der gewonnenen Messwerte eine Worst-Case-Betrachtung an einem maximal großen Layoutfeld des Systems PMT EVO 2.0 EW 10° geführt werden. Das System PMT EVO 2.0 EW 10° ist auf Grund der vielen Verbindungen und der vorher in den Versuchen (Messung 1) gezeigten höheren Übergangswiderständen der Bauteilverbindungen Base – Schiene als repräsentativ zur Nachweisführung anzusehen. Alle anderen Systemanordnungen der Familie PMT EVO 2.0 sind gleichwertig oder ergeben einen niedrigeren Wert bezüglich R_{LO}.

Ausgehend von der Annahme eines Anschlusses des Potentialausgleiches/Erdung in der linken unteren Ecke (siehe Abbildung 3) und einer Berührung in der rechten oberen Ecke (Abbildung 2) ergibt sich die maximal mögliche Betrachtungsstrecke.

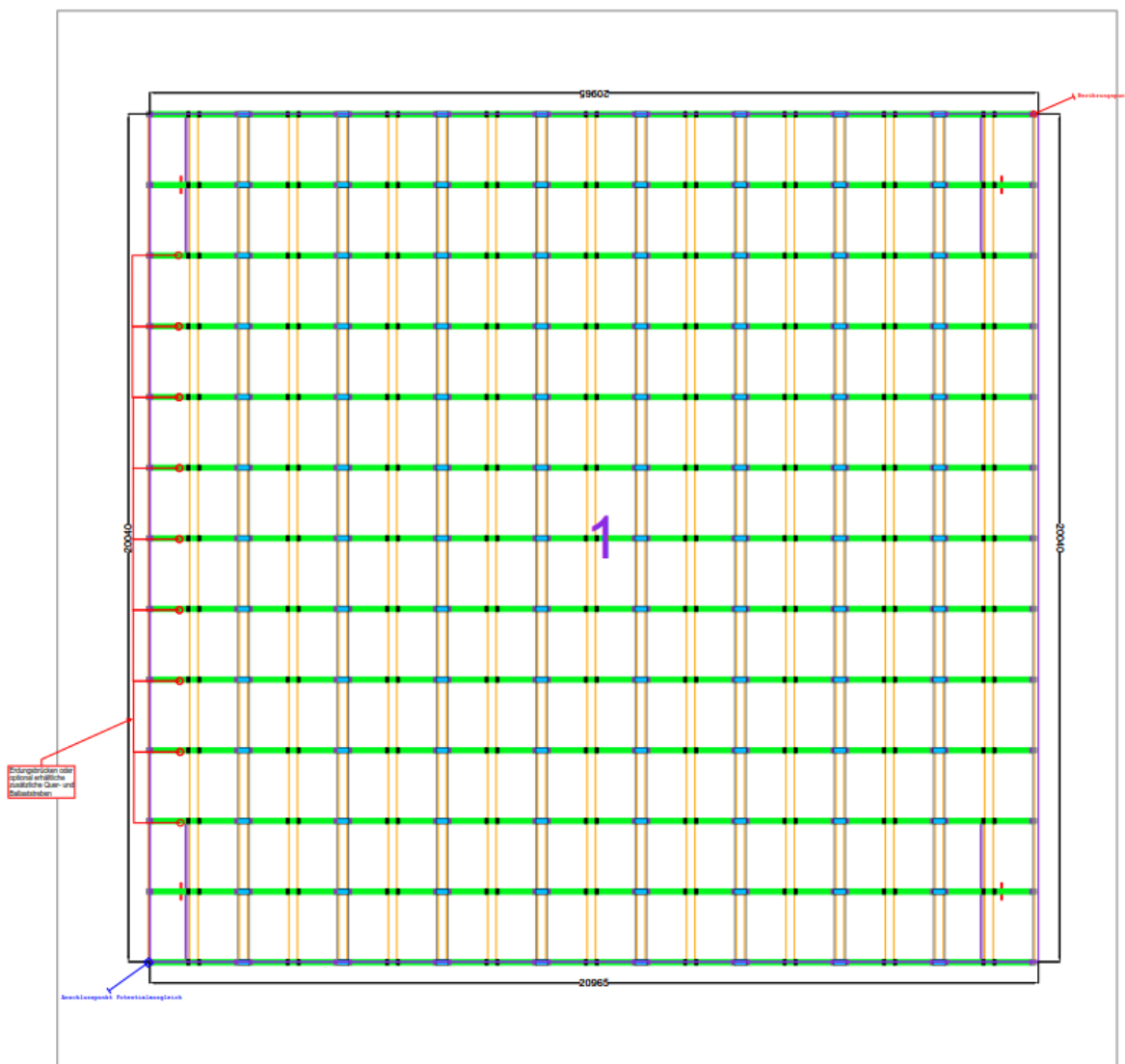


Abbildung 1: Modulfeld PMT EVO 2.0 EW 10° (20,04m x 20,97m)

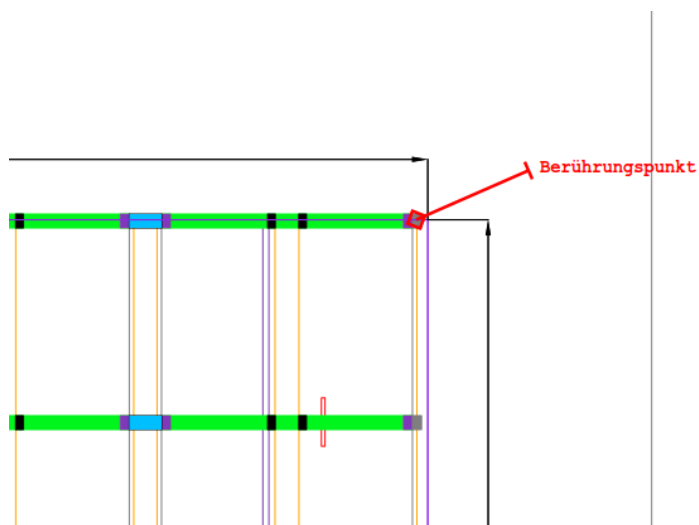


Abbildung 2: Angenommener Berührungspunkt (oben rechts)

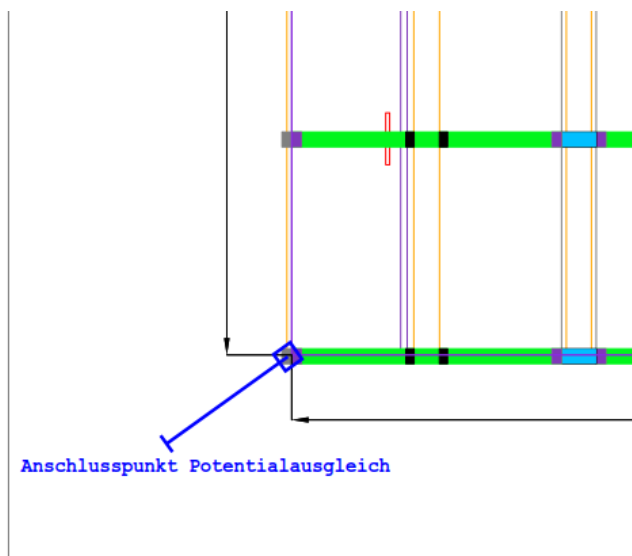


Abbildung 3: Angenommener Anschlusspunkt Potentialausgleich/Erdung

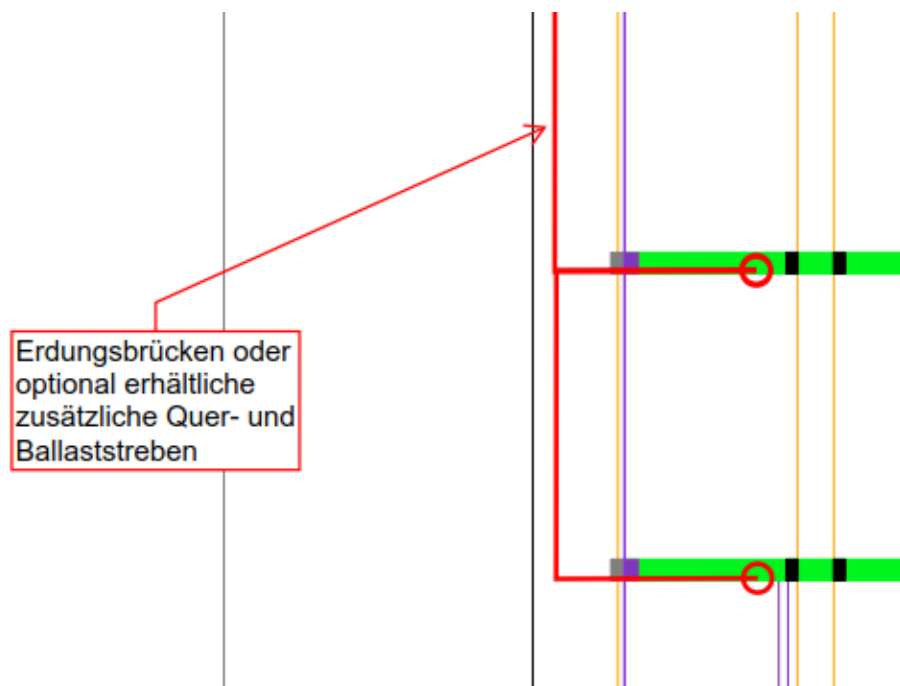


Abbildung 4: Niederohmige Verbindungen „Erdungsbrücken“ mittels optional erhältlicher zusätzlicher Quer- und Ballaststreben oder einer äquivalenten Verbindung

Berechnung:

Abschnitt 1: Anschlusspunkt bis obere linke Ecke

Vom Anschlusspunkt des Potentialausgleich/Erdung bis zu dem Bauteil Art. Nr. 52215-1374 in der oberen linken Ecke sind 12 Verbindungen mittels Bauteil Art. Nr. 52215-1388 (Messung 3) sowie 2 Verbindungen von Bauteil Art. Nr. 52215-1374 – Art. Nr. 52215-1384 – Art. Nr. 52215-1767 zu bewerten (Messung 4).

Ergebnis R_{L0} Messung 3: $0,02\Omega$

Ergebnis R_{L0} Messung 4: $0,03\Omega$

Ergebnis Abschnitt 1 R_{L0A1} : $(2 \times 0,03\Omega) + (12 \times 0,02\Omega) = 0,30\Omega$

Abschnitt 2: Ende Abschnitt 1 bis Berührungspunkt

Vom Ende des Abschnittes 1 am Bauteil Art. Nr. 52215-1374 bis zu dem Berührungspunkt am Bauteil Art. Nr. 52215-1374 in der rechten oberen Ecke sind 9 Doppelmodulanordnungen (Messung 5) zu überbrücken.

Ergebnis R_{L0} Messung 5: $0,09\Omega$ (bei 4 Doppelmodulen)

Ergebnis Abschnitt 2 R_{L0A2} : $(0,09 : 4) \times 9 = 0,203\Omega$

Gesamtbetrachtungstrecke:

$R_{L0Ges} = \text{Abschnitt 1 } R_{L0A1} + \text{Abschnitt 2 } R_{L0A2} = 0,30\Omega + 0,203\Omega = 0,503\Omega$

Ergebnis: Die rechnerische Betrachtung der am schlechtesten anzunehmenden Berührungskonstellation in einem maximal großen Layoutfeld des Systems PMT EVO 2.0 EW 10° ergibt einen R_{L0Ges} von $0,503\Omega$.

5. Zusammenfassung:

Auf Grundlage der Versuchsserien 1 – 5 wurde unter Punkt 4. Gesamtbetrachtung ein Feld der Größe $20,04 \times 20,97\text{m}$ des Systems PMT EVO 2.0 EW 10° untersucht. Ausgehend von der schlechtesten Berührungskonstellation wurde ein rechnerischer versuchsgestützter Wert R_{L0Ges} von $0,503\Omega$ ermittelt.

$$R_{L0Ges} 0,503\Omega < 1,00\Omega$$

Der Nachweis der niederohmigen Verbindung ist erbracht.

Die Nachweisführung und Herstellererklärung der niederohmigen Verbindung ($<1,00\Omega$) gilt für alle Systeme Familie PMT EVO 2.0 welche wie folgt sind:

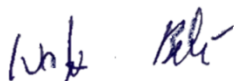
- PMT EVO 2.0 EW 10° (inkl. Verbindungen 127, 283, 383, 583)
- PMT EVO 2.0 EW 15° (inkl. Verbindungen 127, 283, 383, 583)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1500mm)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1650mm)
- PMT EVO 2.0 South 15° (1500mm)
- PMT EVO 2.0 South 15° (1650mm)
- PMT EVO 2.0 South 10° (1300mm)

Die Herstellererklärung stellt eine Momentaufnahme zum Errichtungszeitpunkt dar. Umwelteinflüsse und Alterung können einen Einfluss auf die Bauteilverbindungen und deren Übergangswiderstände haben. Premium Mounting Technologies GmbH & Co. KG empfiehlt daher im Rahmen der regelmäßigen Wartungen die Messung und Prüfung der bestätigten Werte.

Die Herstellererklärung ist keine Haftungsfreistellung für den Anlagenerrichter bezüglich dessen sich aus den Normen ergebenden Prüf- und Nachweispflichten.

6. Bestätigung

Die Prüfung wurde ordnungsgemäß durchgeführt. Die Ergebnisse sind im Herstellernachweis richtig wiedergegeben. Die Prüflinge sind archiviert und können auf Verlangen vorgezeigt werden.



Rugendorf, 04.09.2019

Ort, Datum
Wolfram Bellé
Prüfer



Rugendorf, 04.09.2019

Ort, Datum
Peter Grass
Berichtverfasser