

Künstliche Alterung von PV-Kreuzverbindungen in der Klimakammer und Materialanalyse mittels REM

Fachgebiet: Electric Energy Systems and Renewable Energies

Betreuer: Prof. Dr. Urs Muntwyler, Thomas Schott

Experte: Stephan Gnos

Um die Solarpanels untereinander und mit dem Wechselrichter verbinden zu können, werden Steckverbindungen verwendet. Die Anforderungen an die Qualität der Stecker sind hoch, da sie Umwelteinflüssen ausgesetzt sind. Um eine Garantie auf das Produkt geben zu können, erlauben Steckerhersteller nur Verbindungen mit der Kupplung sowie dem Stecker aus ihrem Sortiment. Falls Hersteller gemischt werden, spricht man von sogenannten «Kreuzverbindungen».

Die Auswirkungen von Kreuzverbindungen sind zur Zeit nicht genau bekannt. Um relevante Messungen durchführen zu können, müssen Stecker ausgewählt werden, welche einen möglichst grossen Marktanteil besitzen. Einen ersten Hinweis, welche Hersteller gemessen werden sollten, ergab eine vorgängige Umfrage bei PV-Installateuren in der Schweiz. Die grösste Verbreitung hatten demnach Multicontact, Huber+Suhner, Weidmüller, Phoenixkontakt und Amphenol. Die Stecker aus dem Hause Phoenix-contact und Huber+Suhner sind nicht MC4 kompatibel und fallen somit für die Messungen weg. Abklärungen mit dem grössten Solarsteckervertrieb von Europa, HIS-Solar, haben zudem ergeben, welche Hersteller daneben eine wichtige Rolle einnehmen.

Daraus ergaben sich folgende Testlinge:

- SMK
- Lin Yang
- QC Solar
- Multicontact
- Amphenol
- Tyco
- Weidmüller

Die Widerstandsprüfung wird nach den Vorgaben der Norm EN 60512-2-2:2013 durchgeführt. Diese sieht vor, dass der Spannungsabfall über der Steckverbindung gemessen werden muss. Der Strom beträgt 1 Ampere. Der Spannungsabfall muss in Vorwärts-

sowie Rückwärtsrichtung erfasst werden. Von jeder Kreuzverbindung wurden die 3 Samples Rot, Grün und Gelb erstellt.

Die Auswertung zeigt, dass die Kontaktwiderstände sämtlicher Kreuzverbindungen zwischen 0.237 und 0.5539 mΩ liegen und damit unkritisch sind. Die höchste Standardabweichung wurde bei der Kreuzverbindung Weidmüller-QC festgestellt und liegt bei 0.0865 mΩ. Eine geringe Streuung der Samples scheint demnach vorzuliegen.

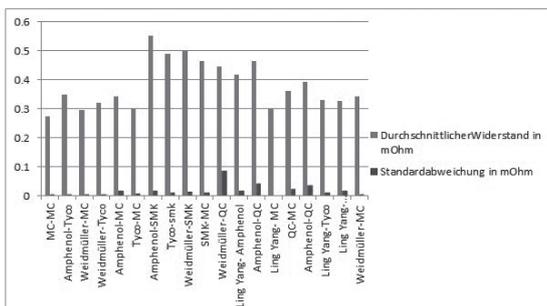
Damit die Auswirkungen des Kontaktwiderstands genauer beobachtet werden konnte, wurde die Temperatur mithilfe einer Wärmebildkamera gemessen. Als Prüflinge wurden die beiden Ausreisser MC-MC und SMK-Amphenol ausgewählt. Die Prüflinge wurden während 45 Minuten mit einem konstanten Strom von 30A belastet und anschliessend mit einer Flir Wärmebildkamera fotografiert. Die Umgebungstemperatur betrug 22°C.

Die MC-MC Verbindung wurde maximal 30°C warm, die Amphenol-SMK Verbindung 33.9°C, was unkritische Werte darstellt.

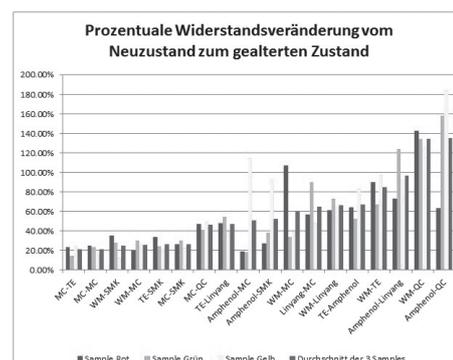
Nach der Künstlichen Alterung während 1000 Stunden mittels Dampf-Heat-Test und Cycle-Test sind die Widerstandswerte bei einigen Kreuzverbindungen deutlich grösser als im Neuzustand. Die mittels Wärmebildkamera festgestellten Temperaturen bei einer Belastung mit 30A waren ebenfalls höher. Auf grund dessen wird vom Erstellen von Kreuzverbindungen von PV-Steckern abgeraten.



Lukas von Ballmoos



Durchgangswiderstand im Neuzustand



Veränderung vor und nach der künstlichen Alterung