

Quality of PV Systems: DC connectors and DC cabling

from the perspective of an PV expert

Dipl.-Ing. Christian Dürschner

A² & E² – Engineering Office Dürschner, Erlangen
„Solare Zukunft“ Publishing House, Erlangen



© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Disclaimer

This presentation was created with the greatest care. However, we cannot guarantee that the content is correct, complete or up-to-date.

The presentation is only made available for the internal use of the recipient.

The presentation reflects our opinion based on many years of experience and does not constitute technical, legal or tax advice. This must be given individually, taking into account the circumstances of the individual case.

The calculations, framework conditions and the recommendations derived from them are based on the state of knowledge at the time this presentation was created. The underlying framework conditions and the assessments and recommendations based on them may therefore be subject to future changes.



© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Short introduction of the speaker



Born in 1968, Dipl.-Ing. **Mechanical engineering**

First contact with solar energy in 1986/87 through participation in solar racing competitions (Tour de Sol/Switzerland, World Solar Challenge/Australia, etc.)



Engineering Office for Alternative Drives & Renewable Energies

(Erlangen): Yield reports, damage reports, analysis of reduced yields, technical due diligence and economic viability calculations for small, medium and large PV systems. Lectures and training courses on photovoltaics for e.g. OTTI, Schletter, TÜV Rheinland, Solarpraxis.

Co-author of the specialist book “Photovoltaics for Professionals”, regular author of the magazine “Sonnenenergie”, the magazines “photovoltaik” and “pv-magazine” and much more.



Solare Zukunft Publishing House (Erlangen), specializing in “alternative drives and renewable energies”



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

DC connectors / DC cabling & wires



Connectors and cables connect individual solar modules to form strings.
In a “typical” string (20-24 modules) there are approximately 50 connectors.



Are there “compatible” connectors? Original MC4; MC4 compatible; Sunclix...



Sometimes (parts of) solar cables have to be laid underground.
Are the solar cables approved for this? Or do you need special DC cables?



Old: “PV1-F”: Double isolated – but can be buried? And waterproof?



New (2015): “H1Z2Z2-K”: Double isolated – but can be buried? And waterproof?



Interruption => temporary / permanent reduction in yield!

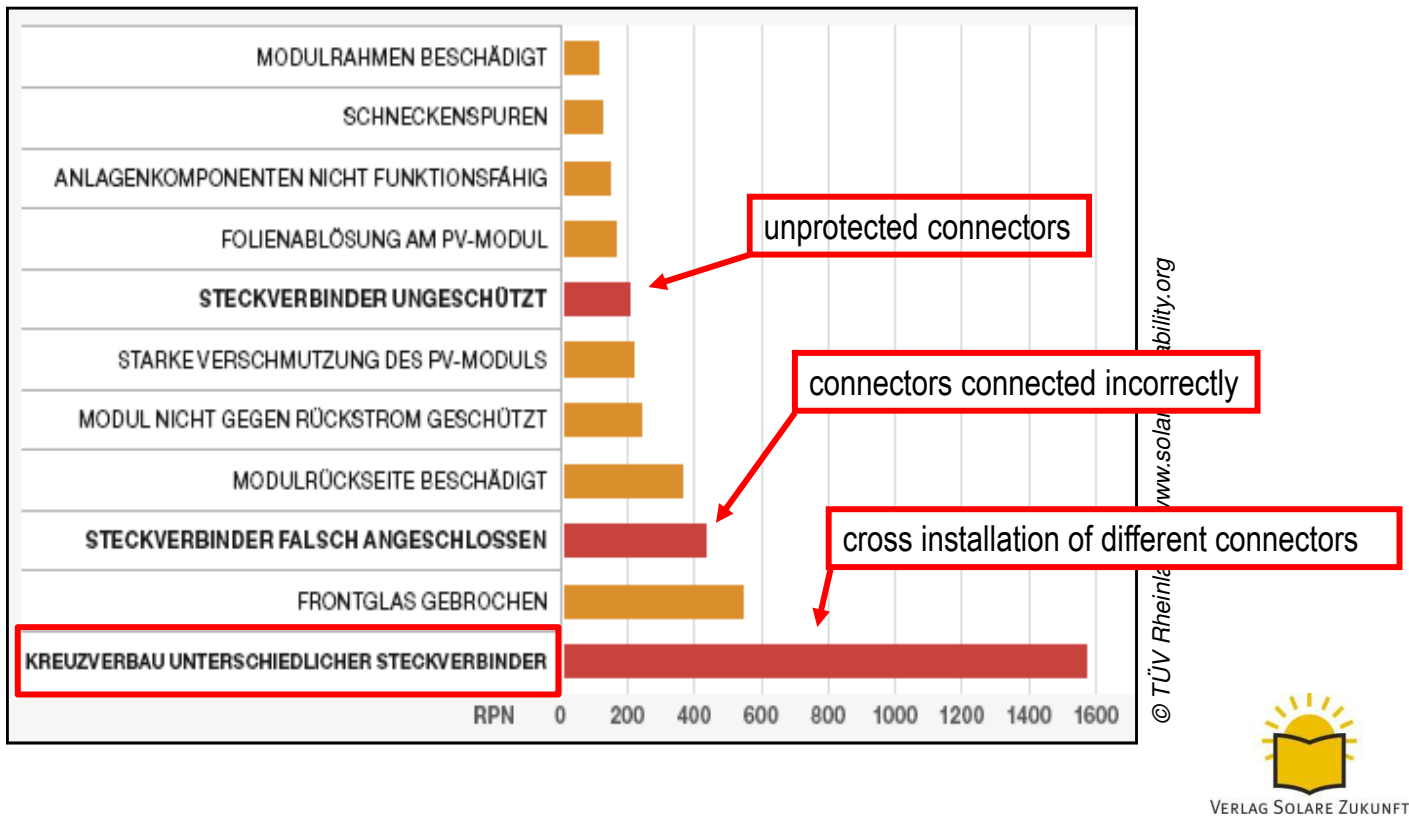


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

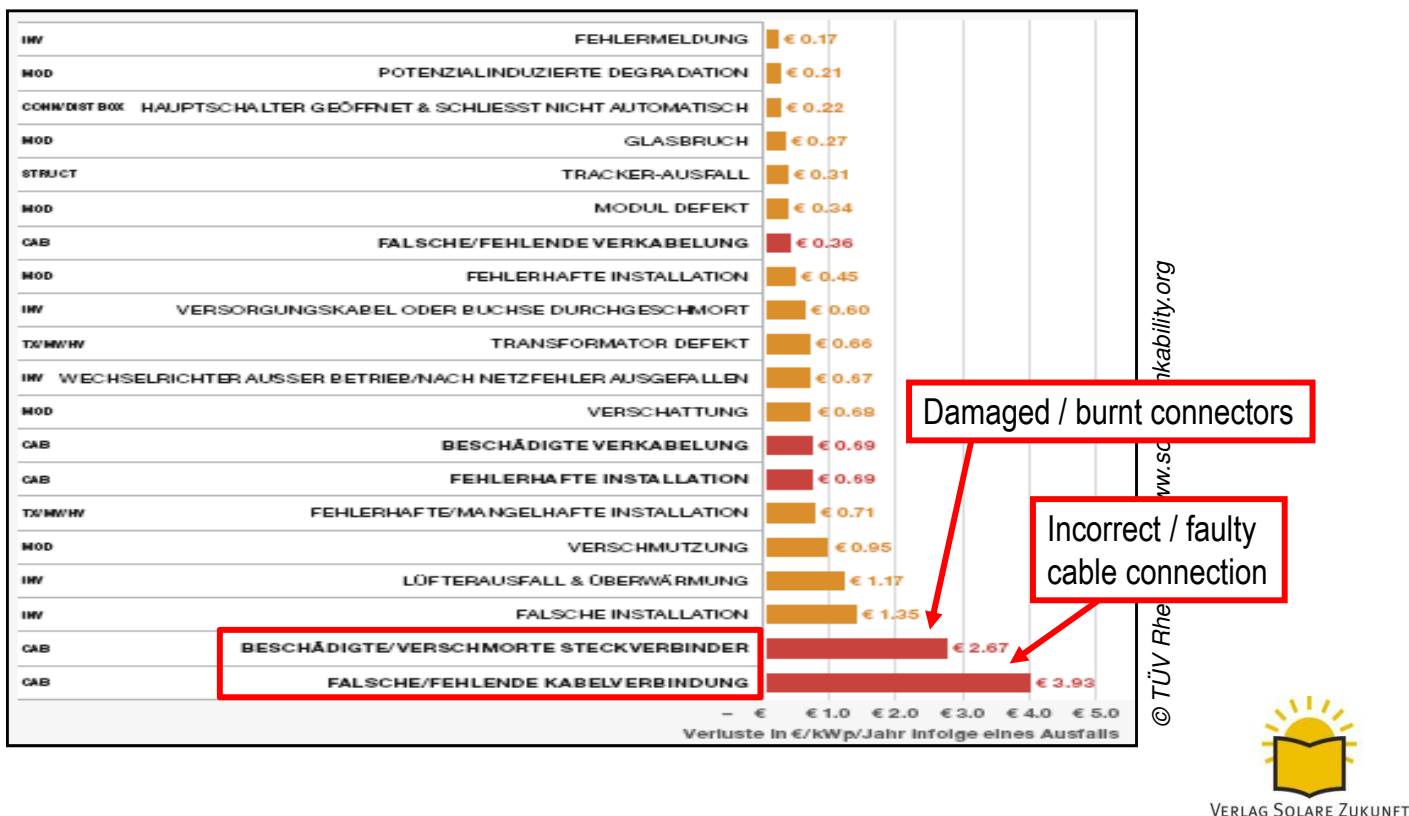
© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Failure Mode Influence Analyses: PV module failures



Top 20 technical causes of failure



Are there “compatible” connectors?

Allschwil, 27 August 2012

ALLGEMEINE ERKLÄRUNG VON MULTI-CONTACT ZUR BEWORBENEN “KOMPATIBILITÄT” ZWISCHEN MULTI-CONTACT MC3/MC4 STECKERN UND STECKERN ANDERER HERSTELLER

Multi-Contact erkennt keine Kompatibilität zwischen Multi-Contact MC3/MC4 Steckern und Steckern anderer Hersteller an.

To date, Multi-Contact has not authorized the claim that third-party products are compatible with Multi-Contact and does not intend to authorize this claim in the future.

Eine ungeeignete Steckverbindung oder die Kombination von Steckern verschiedener Hersteller kann zu frühzeitigen Ausfällen und möglicherweise auch zu Bränden führen.

Deswegen schließt Multi-Contact jegliche Haftung für Schäden im Zusammenhang mit Steck-Kombinationen mit Fremdprodukten aus. In diesen Fällen sind zudem die Zertifizierungen der Stecker erloschen.



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Note in the inverter assembly instructions

ACHTUNG:

Eine Installation eines SolarEdge Systems, bei der die Kompatibilität der Modulanschlüsse und der Optimiereranschlüsse nicht gewährleistet ist, kann unter Umständen nicht sicher sein und es sind Funktionalitätsprobleme wie Erdungsfehler möglich, die zur Abschaltung des Wechselrichters führen. Um die mechanische Kompatibilität der SolarEdge Optimierer und der Module, mit denen sie verbunden sind, sicher zu stellen:

- **Use identical connectors from the same manufacturer and model for the power optimizers and the solar panels**
- Überprüfen Sie folgendermaßen, ob die Anschlüsse kompatibel sind:
 - Der Hersteller des Anschlusses sollte ausdrücklich die Kompatibilität mit dem SolarEdge Optimierungsstecker bestätigen, und
 - Es sollte ein Testbericht einer der aufgelisteten externen Prüforganisationen (TÜV, VDE, CSA, Bureau Veritas, UL, InterTek) eingeholt werden, der die Kompatibilität der Anschlüsse bestätigt.

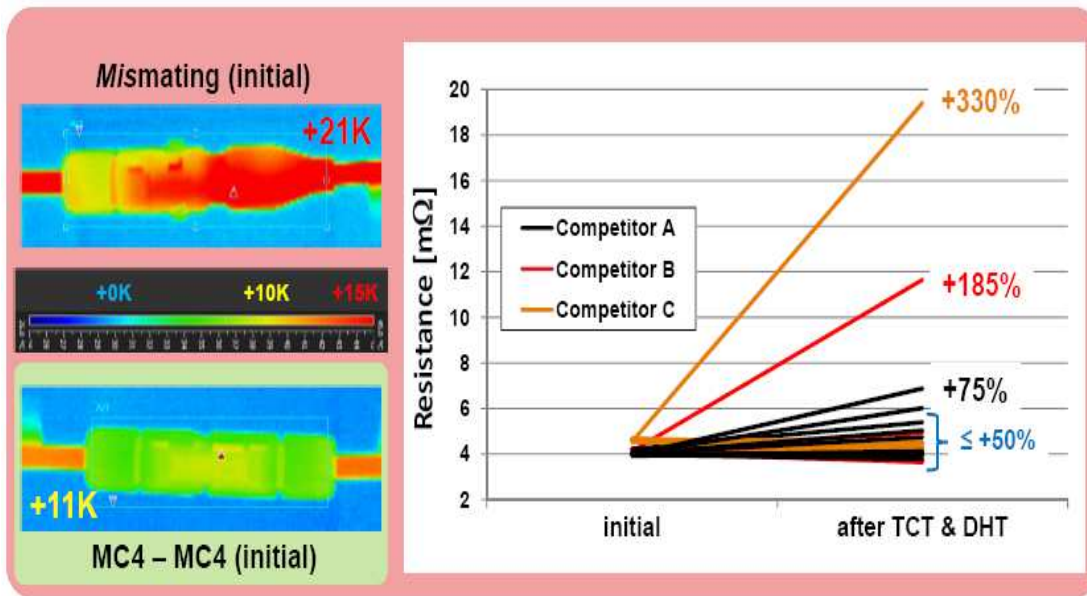


VERLAG SOLARE ZUKUNFT

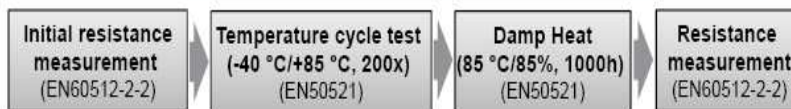
© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Unacceptable heating of DC connectors



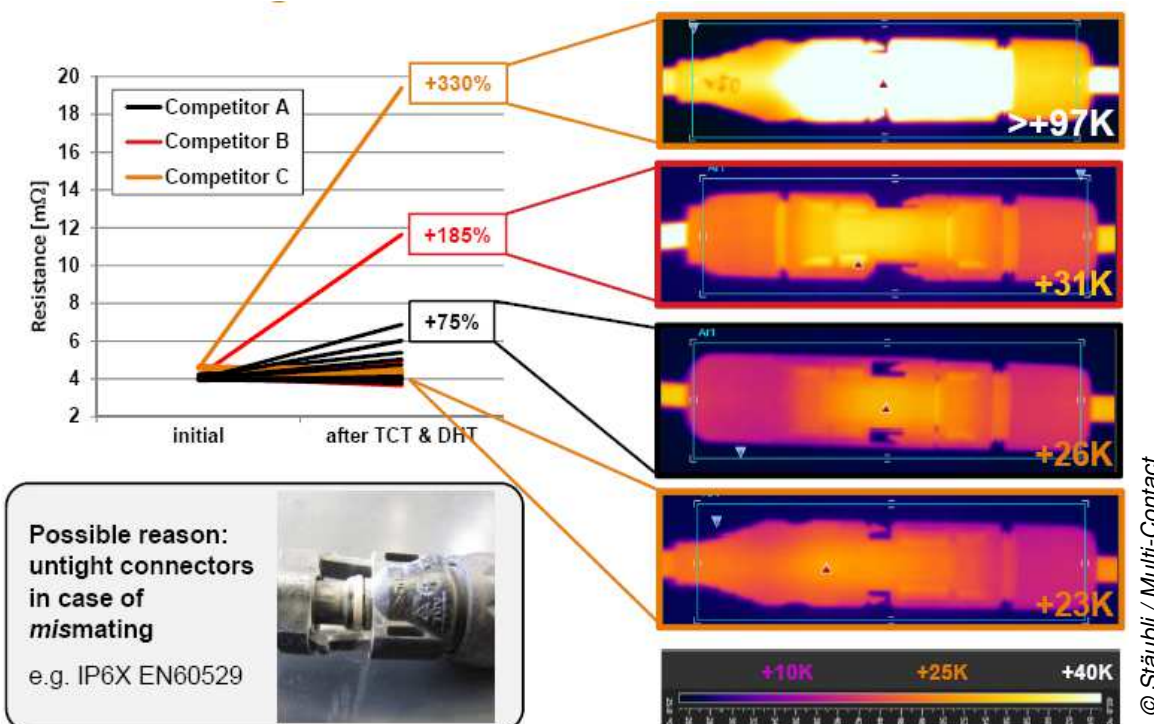
© Stäubli / Multi-Contact



© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Unacceptable heating of DC connectors



© Stäubli / Multi-Contact



© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Certification of “compatible” connectors?

Prüfbericht - Nr.: 21145090_001 <i>Test Report No.:</i>	Seite 1 von 5 <i>Page 1 of 5</i>
Auftraggeber: Eldra Electro-Draad BV <i>Client:</i>	Branskamp 7 ; 6014 CB Ittervoort
Gegenstand der Prüfung: Photovoltaik-Steckverbinder <i>Test item:</i>	
Bezeichnung: <i>Designation:</i>	— <i>Serial No.:</i>
<p>Geprüft wurde die Kombination der Steckverbinder ST01/F.. bzw. PV-ST01/M... (SOLING) mit den Steckverbinder PV1-F.. Vom Kunden festgelegt: PV1-F.. (E2) Die Erprobung erfolgte bei den vorgelegten Werten geprüft. (30A ; 90°C)</p> <p>...g. Prüfmuster und darf ohne Genehmigung der Prüfstelle nicht ...en. Dieser Bericht berechtigt nicht zur Verwendung eines Prüfzeichens. ... a. m. test sample. Without permission of the test center this test report is not permitted to be ... in extracts. This test report does not entitle to carry any safety mark on this or similar products.</p>	

This test report refers only to the above-mentioned test sample and may not be reproduced in part without the approval of the testing center. This report does not authorize the use of a test mark.

Due to the uncertain situation in the warranty case with combined pairs of connectors from different manufacturers, inspectors of PV systems are required to criticize such combinations.



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

VDE/DKE: Note on cross connection (to VDE 0100-712)

Verlautbarung

Kompatibilität von Steckverbindern für die Gleichspannungsseite

Verlautbarung zur DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2016-10 Abschnitt 712.526.1

Das für die Norm DIN VDE 0100-712 (VDE 0100-712):2016-10, Teil 7-712: Anforderungen für Betriebsstätten, Gebäude und ortsfeste Elektroinstallationsanlagen Teil 7-712: "Photovoltaik-(PV)-Stromversorgungssysteme" zuständige VDE-Institut für Normung und Technische Regeln für Elektroinstallationsanlagen gibt als Hilfe für die Verwendung von Steckverbindern folgende Hinweise zur Norm.

Beim Errichten von elektrischen Anlagen und somit auch von PV-Anlagen steht die Sicherheit an oberster Stelle. PV-Anlagen arbeiten unter widrigsten Witterungsbedingungen äußerst sicher und zuverlässig. Das Zusammen

Download <https://www.dke.de/de/arbeitsfelder/core-safety/normenhinweise/kompatibilitaet-von-steckverbindern>

© VDE / DKE



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

Wiring: Corrosion on connectors



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



Wiring: Plug fire



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



Changed product features: Different connector



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

Changed product features: Different connector

Appendix 1:

重要提醒
Important Notice

- 本箱内的逆变器所配置的 PV 端子从 Stäubli MC4 切换至 Amphenol Helios H4，请使用逆变器随箱配发的 Amphenol Helios H4 正、负极金属端子和直流连接器，不可与老版本逆变器配发的 Stäubli MC4 端子混插，也不可混用其他型号的正、负极金属端子和直流连接器，否则可能导致严重后果，由此引起的设备损坏不在设备质保范围内。
The PV connectors configured for the inverter are changed from Stäubli MC4 to Amphenol Helios H4. Please use the positive/negative metal terminals and DC connectors of Amphenol Helios H4 delivered with the SUN2000. Do not use them together with the Stäubli MC4 connectors delivered with earlier versions of inverters, and do not use positive/negative metal terminals or DC connectors of other models. Otherwise, serious consequences may arise, and the resulting device damage is not covered in the warranty.
- 推荐采用 H4TC0003 (Amphenol) 端子钳，不可使用其他型号的端子钳或开口扳手，否则会造成金属端子损坏。
You are recommended to use H4TC0003 (Amphenol) crimping tool and the H4TC0003 crimping wrench. Otherwise, the metal terminals and DC connectors may be damaged.
- Amphenol Helios H4 和 Stäubli MC4 连接器的外观差异如下图，端子安装前请仔细识别，防止混料。
The following figure shows the appearance differences between the Amphenol Helios H4 and Stäubli MC4 connectors. Before installing connectors, identify them carefully to avoid mixed use.

逆变器PV端子
Inverter PV connectors

丝印、丝圈颜色不同 Different color of silk screen and washer	基面颜色不同 Different color of silk screen
丝印颜色不同 Different color of silk screen	丝印内容不同 Different content of silk screen

直流线缆PV+端子丝印如下:
The silk screen on the DC cable PV+ connector is as follows:

--	--

Download: <https://www.hidrive.strato.com/api/sharelink/download?id=hsyTpsdP>

© Huawei



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

Fire damage to connectors / Defective DC cables



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



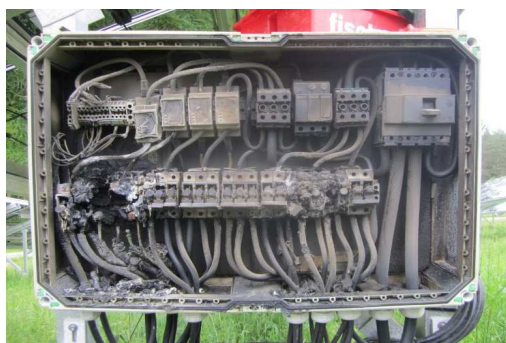
© Christian Dürschner



Fire damage to connectors / Defective DC cables



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



© Christian Dürschner



Fire damage to connectors / Defective DC cables

Verwendung: Für freibeweglichen Einsatz oder feste Verlegung in Photovoltaik-Anlagen nach EN 60364-7-712. Sie dürfen in Innenräumen, im Freien, in explosionsgefährdeten Bereichen, in der Industrie oder landwirtschaftlichen Betrieben verwendet werden. Die Leitung gilt als kurz- und erdschlußsicher. Sie entspricht der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2283-4.

...and is suitable for direct burial und ist für direkte Erdverlegung geeignet.

09/2013

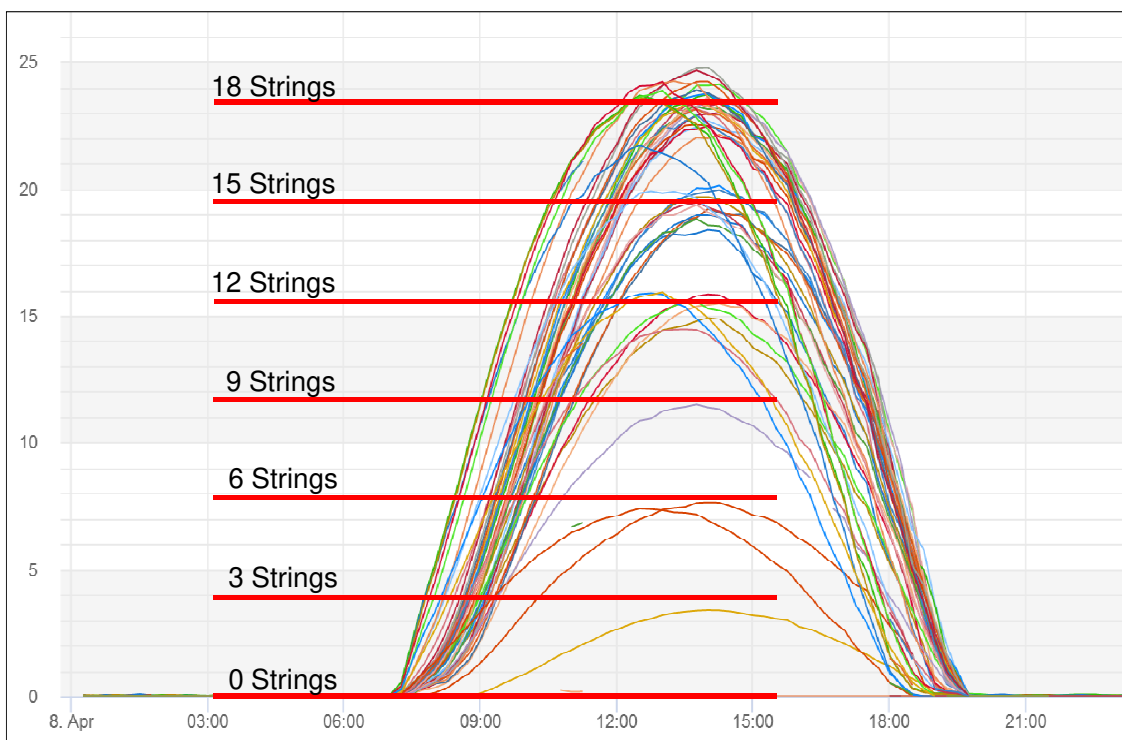
Verwendung: Für freibeweglichen Einsatz oder feste Verlegung in Photovoltaik-Anlagen nach EN 60364-7-712. Sie dürfen in Innenräumen, im Freien, in explosionsgefährdeten Bereichen, in der Industrie oder landwirtschaftlichen Betrieben verwendet werden. Die Leitung gilt als kurz- und erdschlußsicher. Sie entspricht der VDE-Anwendungsregel VDE-AR-E 2283-4.

07/2015

© Solare Zukunft / www.pv-gutachter.de und Herstellerangaben



Fire damage to connectors / Defective DC cables



© Solare Zukunft / www.pv-gutachter.de



Conclusion: Quality. Quality? Quality!



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²

Many thanks for your kind attention!



Dipl.-Ing. Christian Dürschner
Expert for Photovoltaic Systems

Photovoltaik Ing.-Büro Dürschner

Anna-Rosenthal-Weg 21, 91052 Erlangen

Tel. 09131-303 222, Fax. 09131-303 566

Funk-Tel. 0178-499 6363

E-Mail: duerschner@mailbox.org

www.pv-gutachter.de | www.steckersolargerat.de



VERLAG SOLARE ZUKUNFT

© Christian Dürschner, 05th Dec. 2024, Berlin

A² & E²