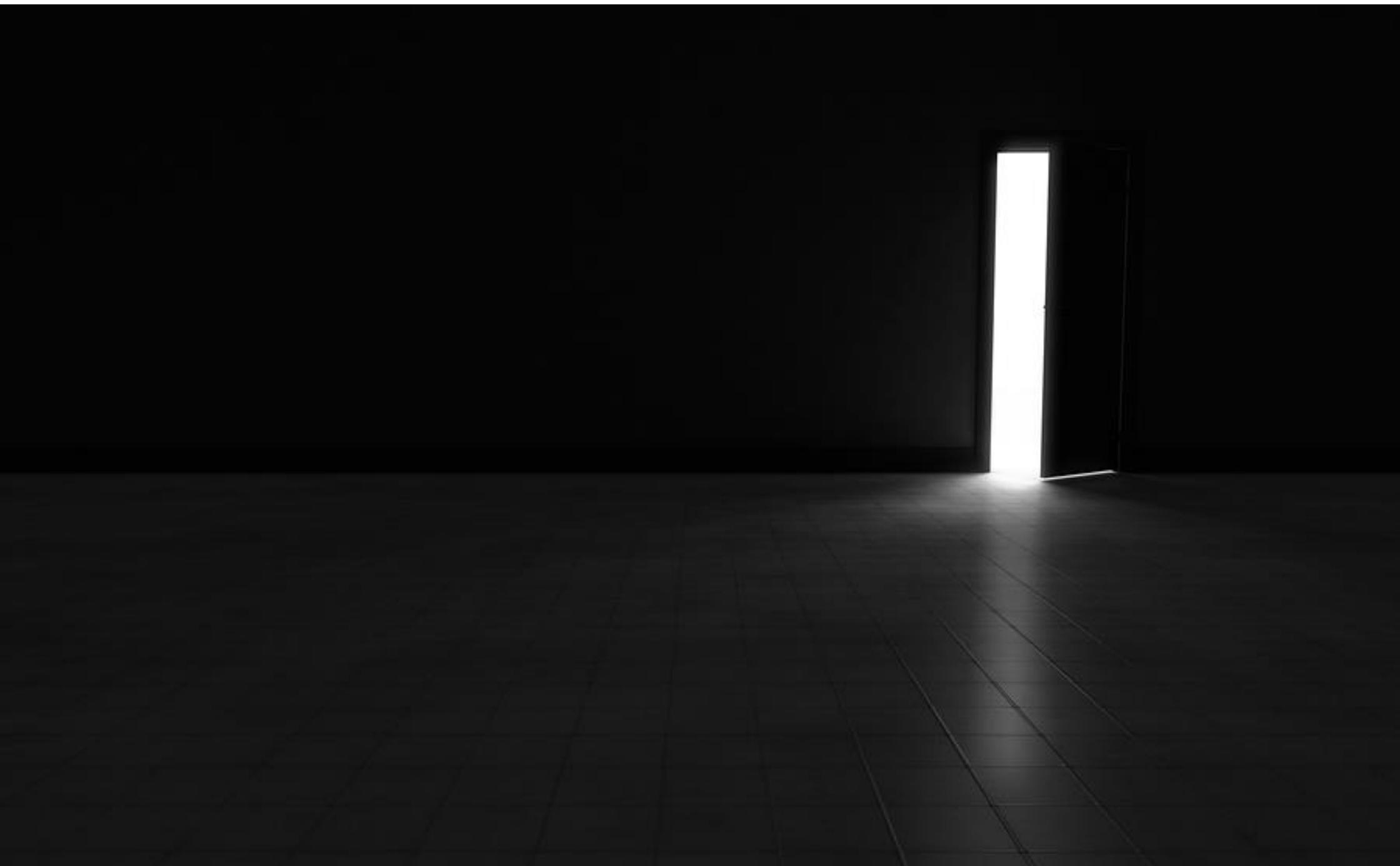


WEBINAR: VERGESST MONITORING

20. APRIL 2016 - IN KOOPERATION MIT:
SOLAR SOLUTIONS PV GMBH | NEXT ENERGY EWE – FORSCHUNGSZENTRUM
FÜR ENERGIETECHNOLOGIE | PV MAGAZINE

AEG
perfekt in form und funktion

EIN BLICK INS SCHRECKENSKABINETT



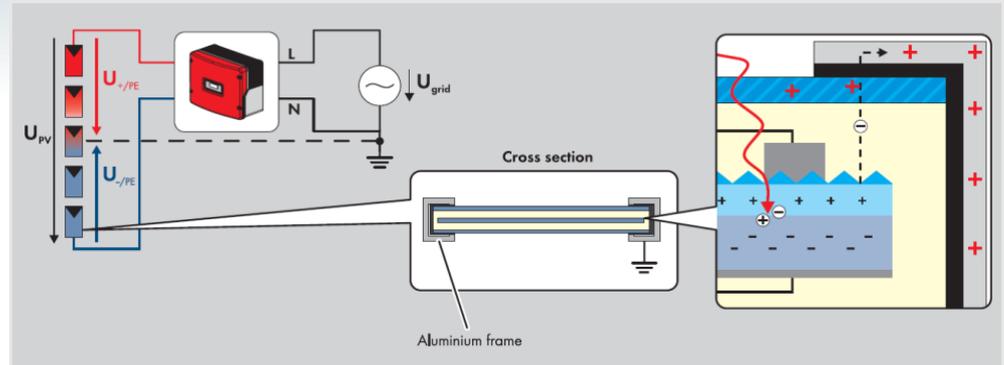
PV-Ertragsminderung durch Hotspots und PID



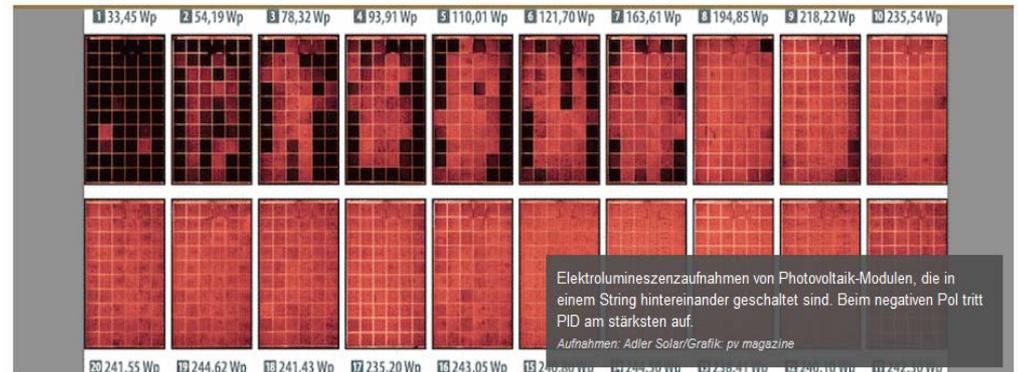
© www.photovoltaikbuero.de



© www.gutachten.streib.de



© SMA Solar Technology AG



Elektrolumineszenzaufnahmen von Photovoltaik-Modulen, die in einem String hintereinander geschaltet sind. Beim negativen Pol tritt PID am stärksten auf.

Aufnahmen: Adler Solar/Gratifik: pv magazine

© ADLER Solar Services GmbH / pv magazine

Hotspots

I Hotspots können durch Teilverschattung des PV-Generators entstehen

- » Hotspot gefährdet sind **Solarzellen** in Modulen, die **teilweise** oder **vollständig verschattet** sind.
- » Der **Strom** einer **Solarzelle sinkt** hierbei **proportional** zum **verschatteten Anteil** der **Zellfläche**.
- » Reaktion MPP-Tracking PV-Wechselrichter
 - Zellspannung wird reduziert, um Zellstrom zu erhöhen.
 - Ab bestimmten Verschattungsgrad kann Zellspannung dadurch sogar **negativ** werden.
 - Solarzelle wird dann vom elektr. Erzeuger zum **elektrischen Verbraucher**.
 - Folge der Aufnahme elektrischer Leistung ist eine **starke Zellerhitzung** ⇒ **Hotspot**



© www.photovoltaikbuero.de



© www.photovoltaikbuero.de

Hotspots

- I Folgen von Hotspots können sein
 - » Zell- und Modulzerstörung
 - » Brände und Zerstörung der ges. PV-Anlage

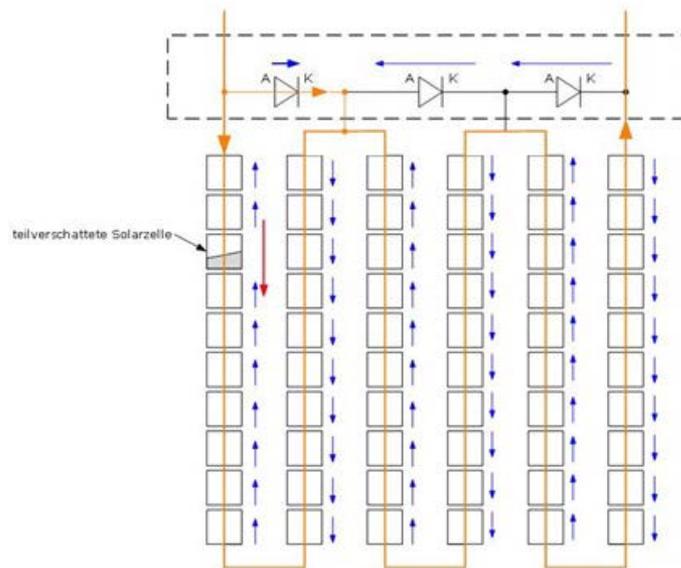


© www.gutachten.streib.de



© www.solargutachter-prinz.de

- I Schutz durch Einbau von Bypass-Dioden



© www.photovoltaikbüero.de



© www.photovoltaike-forum.com



© www.photovoltaike-forum.com

I Defektmöglichkeiten bei Bypass-Dioden



» Bypass-Diode kurzgeschlossen

- Modulleistung dauerhaft um 33 % reduziert.
- Deutliche Ertragsverluste wenn Diodenausfall nicht umgehend detektiert wird!

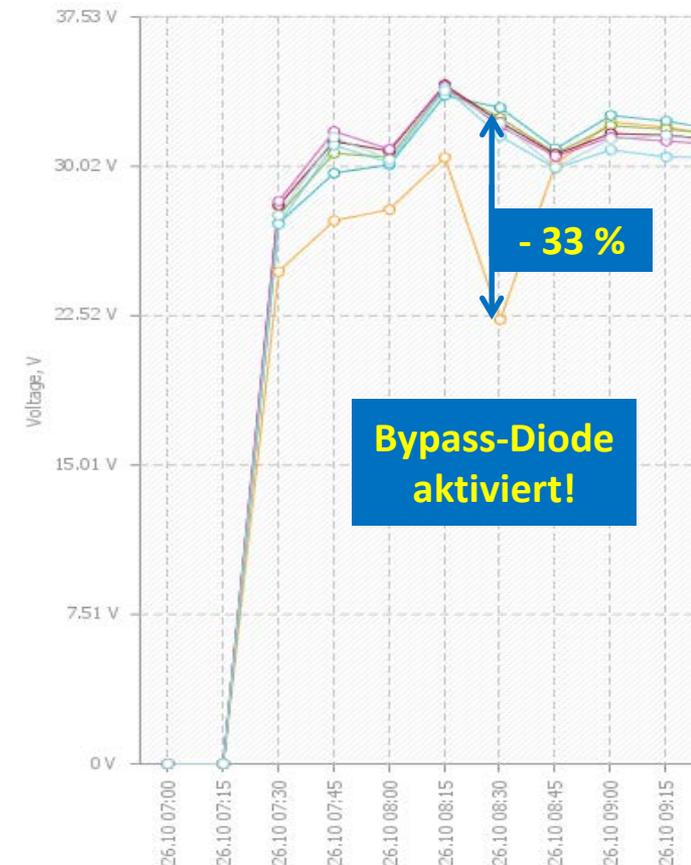


» Bypass-Diode leitet überhaupt nicht mehr

- Solarzellen des betroffenen Zellstrings sind nicht mehr vor Hotspots geschützt.
- Modulzerstörung droht oder sogar ein Brand wenn Diodenausfall nicht umgehend detektiert wird!

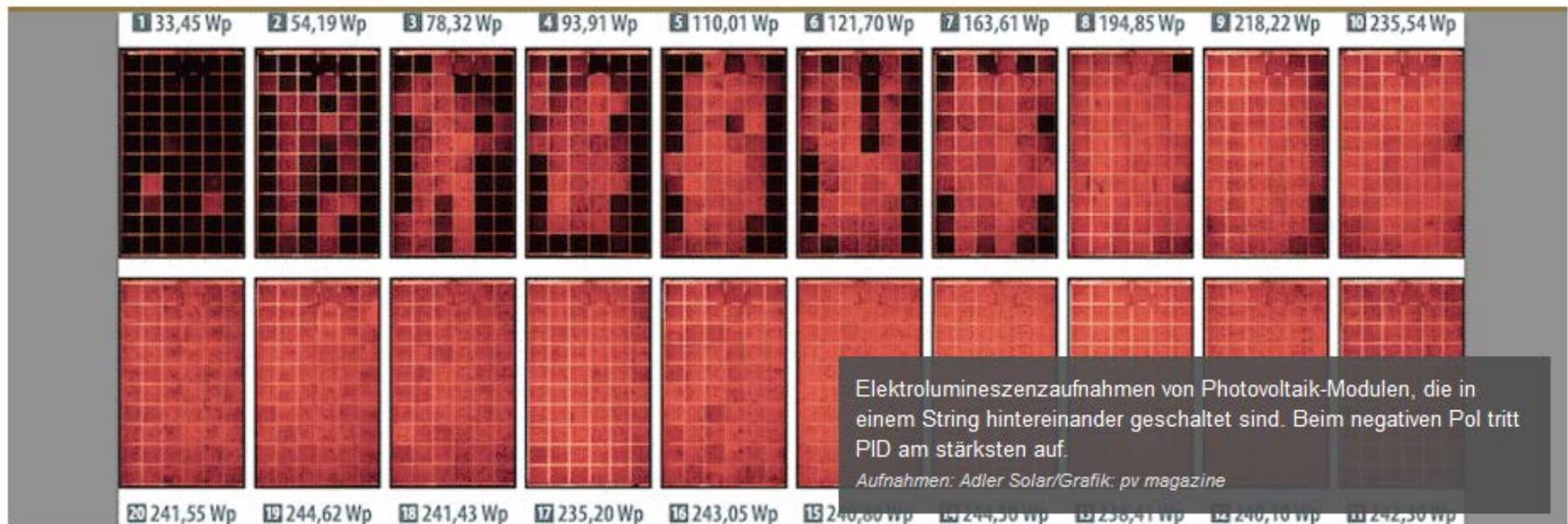
Detektionsmöglichkeit durch Modulspannungs-Signatur

- » Bypass-Diode kurzgeschlossen
 - Modulspannung des betroffenen Moduls ist dauerhaft deutlich reduziert
 - um **33 %** ⇒ 1 Bypass-Diode kurzgeschlossen
 - um **66 %** ⇒ 2 Bypass-Dioden
 - um **100 %** ⇒ alle 3 Bypass-Dioden
- » Bypass-Diode überhaupt nicht mehr leitend
 - Temporär verschattete Solarmodule lassen in Modulspannungs-Signatur regelmäßig wiederkehrende Tagesabschnitte erkennen, in denen Bypass-Dioden aktiviert sind.
 - ⇒ z.B. **33 % Spannungsreduktion** gegenüber nicht verschatteten Solarmodulen
 - Plötzliche Änderung dieser Modulspannungs-Signatur signalisiert Diodenausfall!



Potenzial induzierte Degradation (PID)

- Beispiel für PID bei einem aus 20 Modulen bestehenden PV-String
 - Module Nr. 10-20: $P_{STC} = 235-245$ Wp
 - Module Nr. 1-9: $P_{STC} = 33-218$ Wp
- Einfluss der Modullage im PV-String sehr gut erkennbar



Potenzial induzierte Degradation (PID)

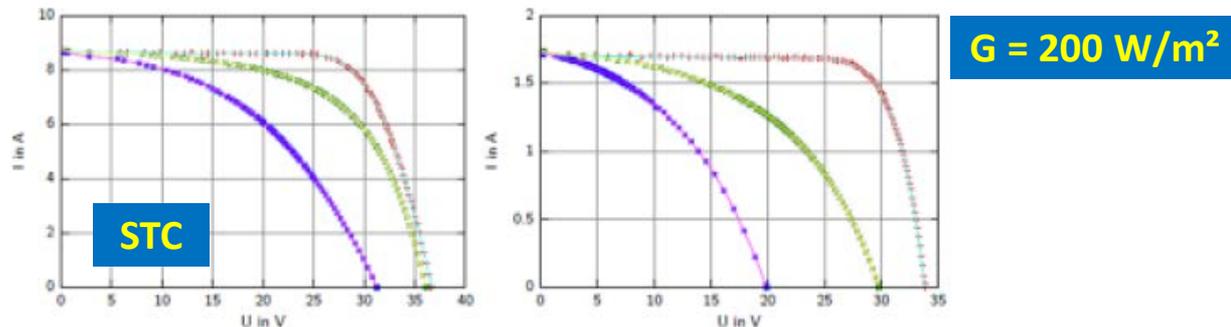
Mögliche Signaturen für das PID-Auftreten in einem PV-String

» Modulleistung

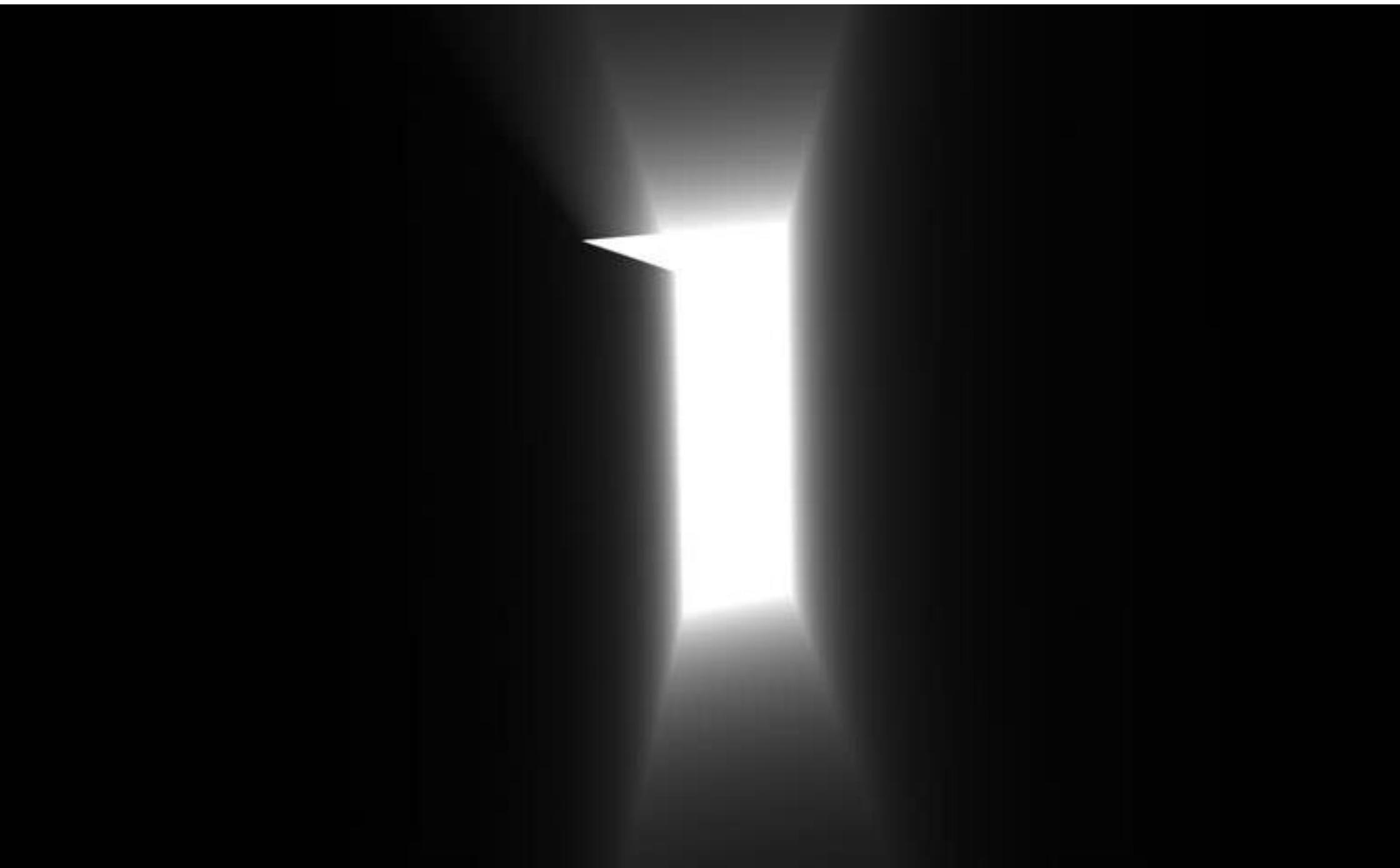
- Deutliche Leistungsreduzierung bei einigen Modulen im Vergleich zu den restlichen Modulen des PV-Strings.
- Die Lage dieser Module ist an einem der beiden Enden des PV-Strings.

» Modulspannung

- Für die PID-Detektion im frühen Stadium eignet sich insbesondere der Vergleich von Modulspannungen eines PV-Strings unter Schwachlichtbedingungen.



G. Mathiak et al., 27th EUPVSEC, Hamburg, Germany (2011), p.3157-3162



IMM: Individual Module Monitoring

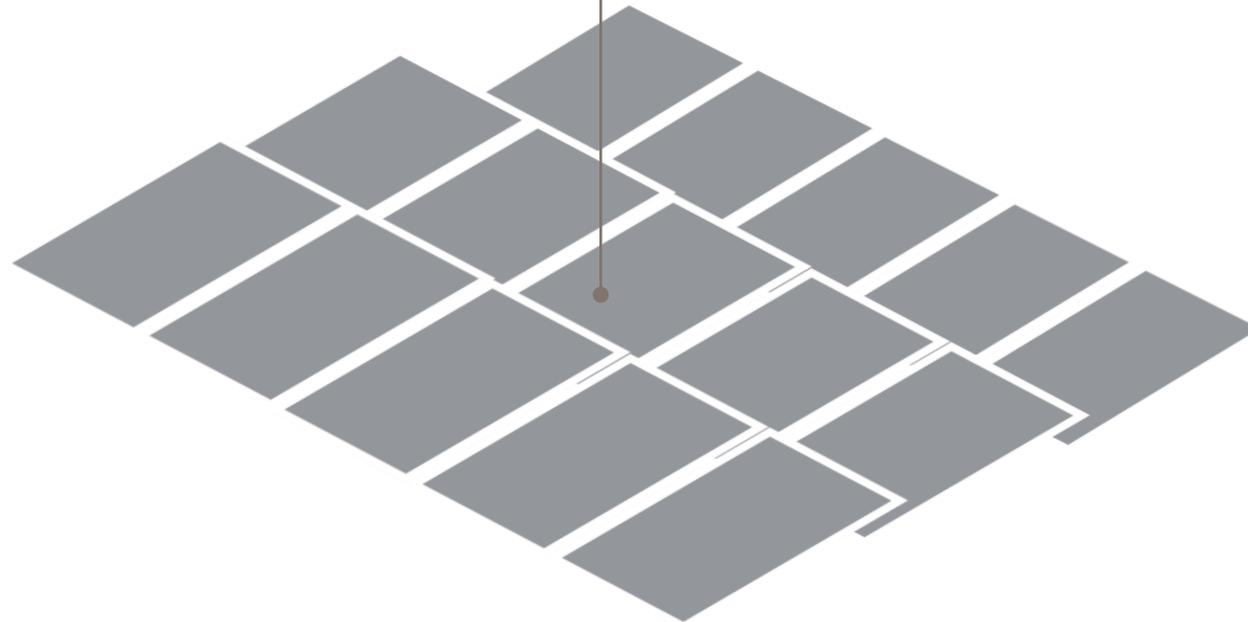
Monitoring auf Modulebene
– integriert in der
Anschlussdose von
AEG Solarmodulen



WIE IMM FUNKTIONIERT



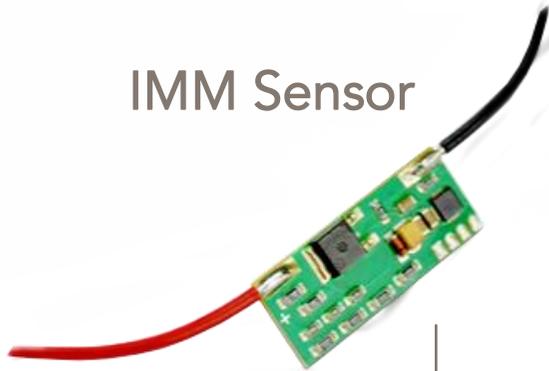
IMM Sensor



WIE IMM FUNKTIONIERT



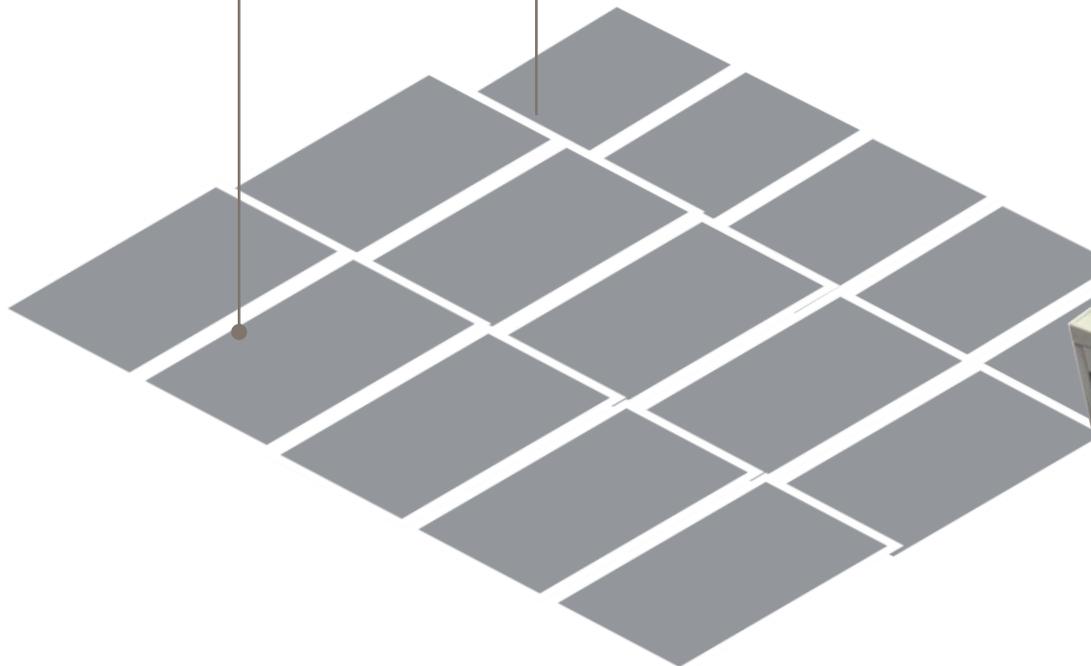
IMM Sensor



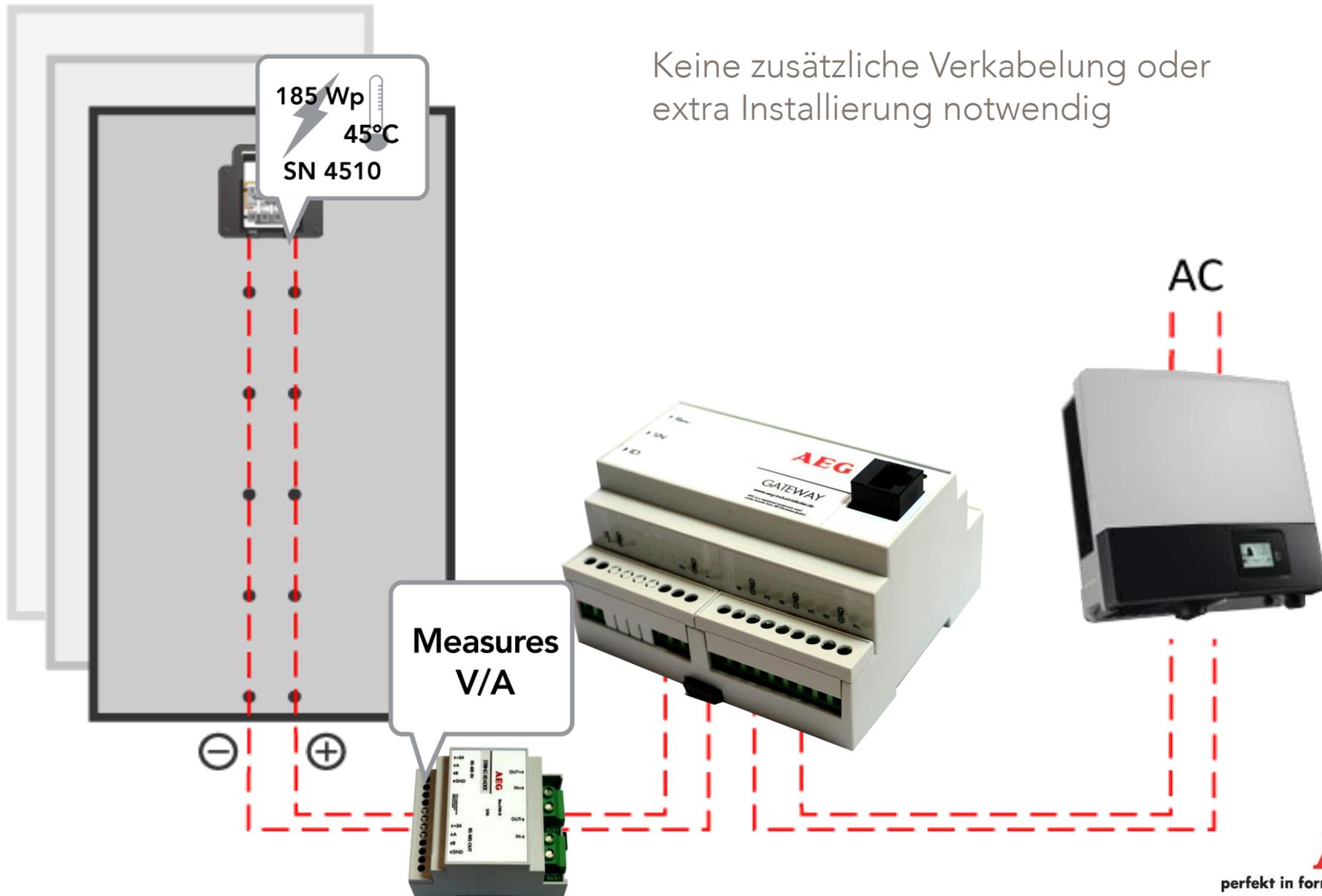
IMM Gateway



IMM String Reader

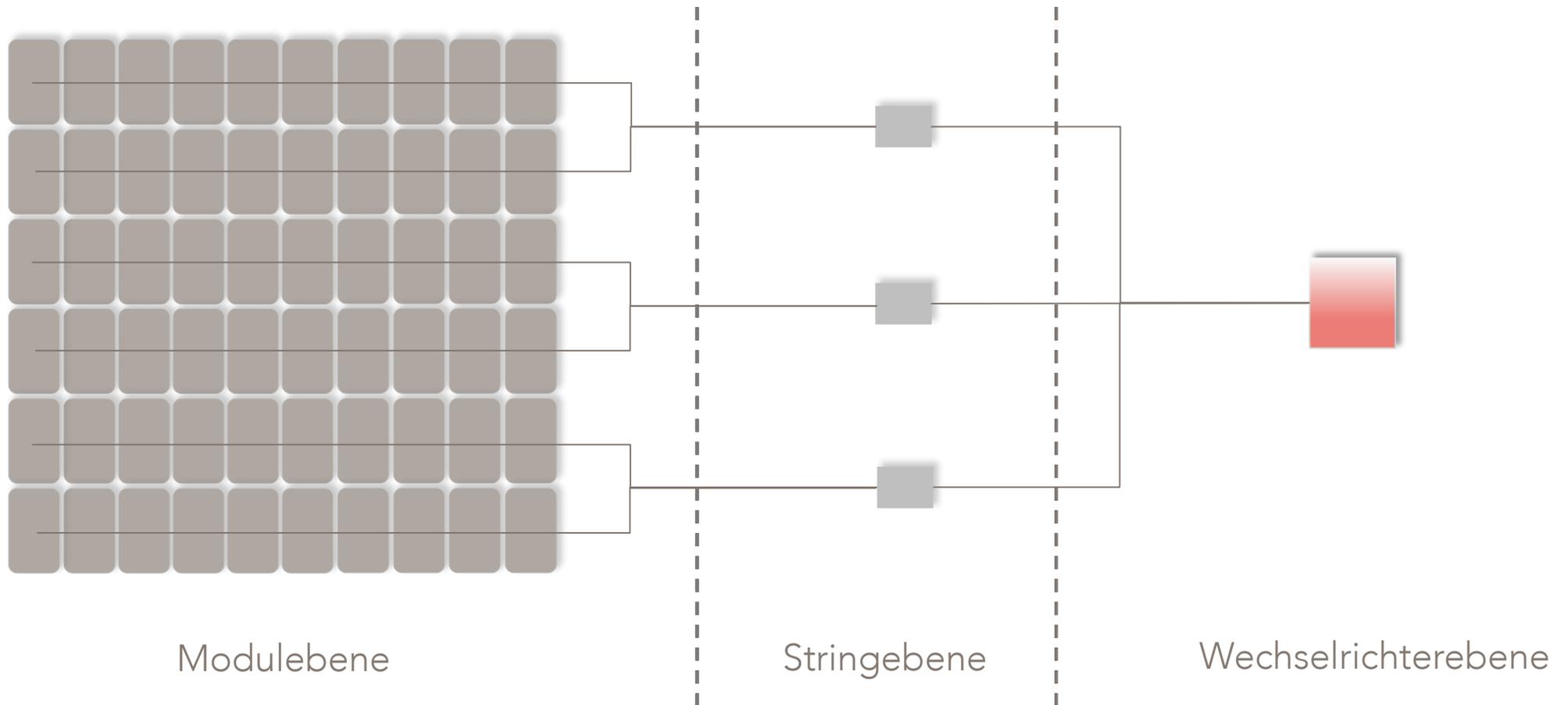


DATENTRANSFER ÜBER DIE VORHANDENE VERKABELUNG



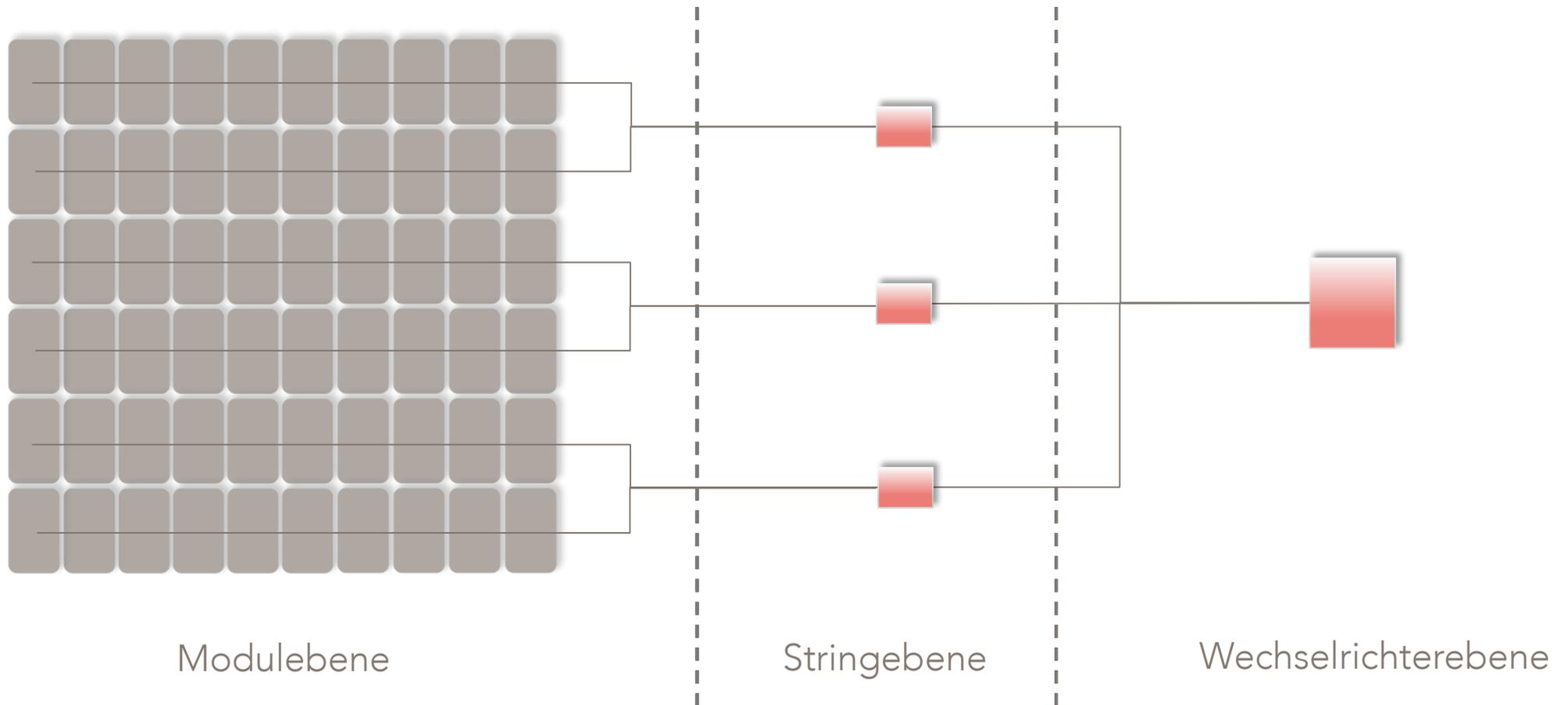
Keine zusätzliche Verkabelung oder
extra Installation notwendig

WECHSELRICHTERDATEN BIETEN NUR WENIG INFORMATIONEN



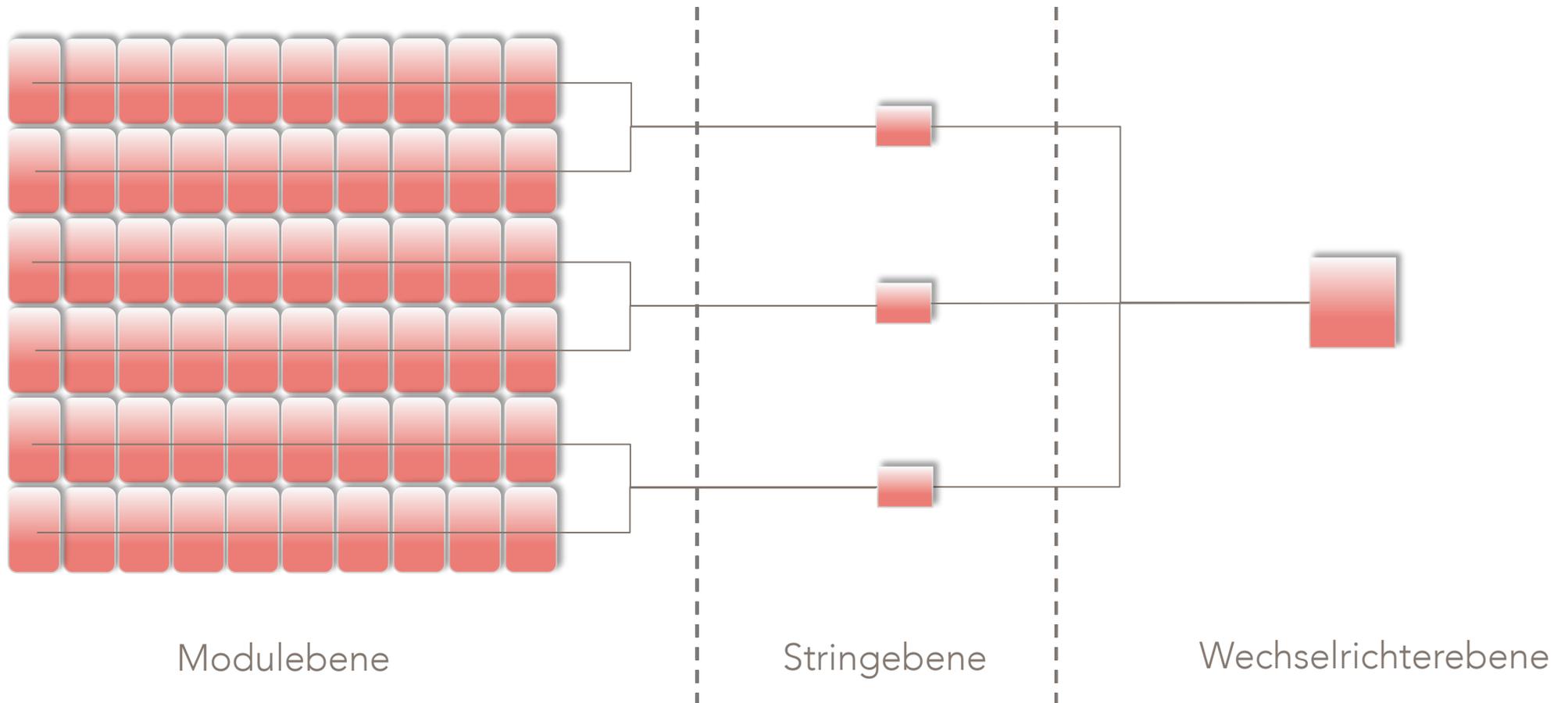
Etwa 90% aller Anlagen werden ausschließlich über den Wechselrichter überwacht.

STRINGDATEN BIETEN ETWAS MEHR INFORMATIONEN



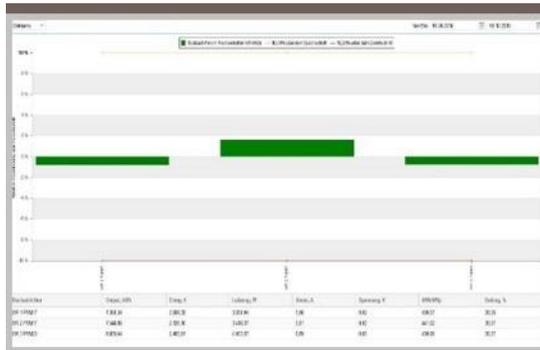
Lediglich 10% aller Anlagen werden auch auf Stringebene überwacht.

NUR MODULDATEN BIETEN ALLE INFORMATIONEN EINER PV-ANLAGE

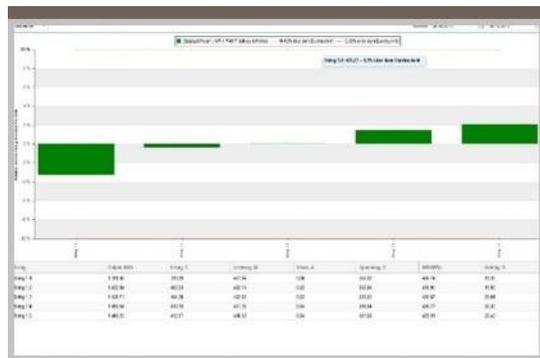


Modulgenaues Monitoring liefert 100%ige Transparenz der Anlage.

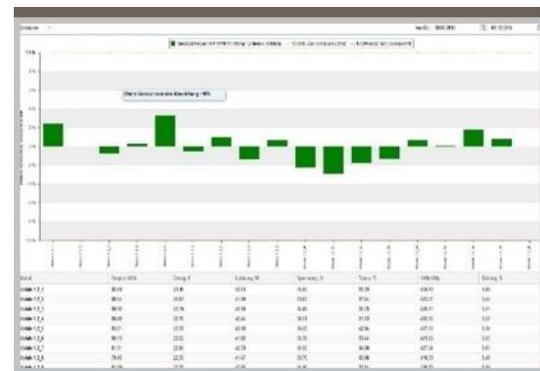
1. STUFE: VERGLEICH



Wechselrichter-Vergleich

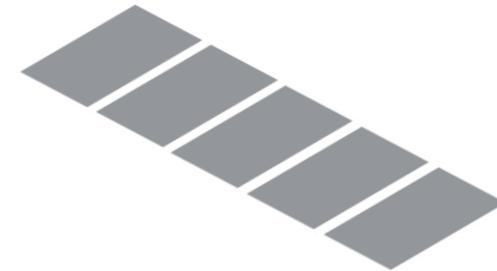
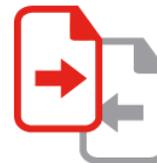
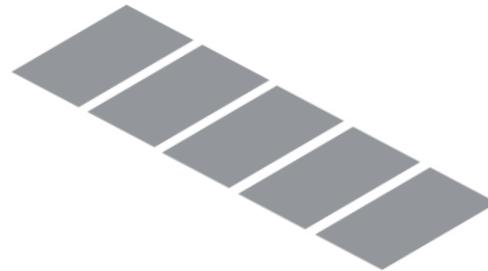
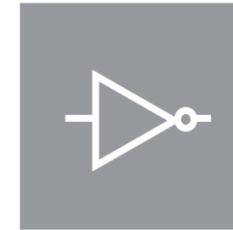
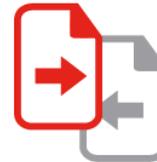
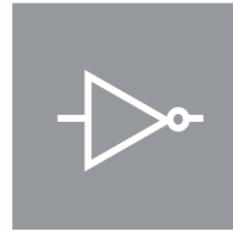


String-Vergleich



Modul-Vergleich

Alle gesammelten Daten werden gegeneinander verglichen: nicht nur Wechselrichter – sondern auch String- und Moduldaten



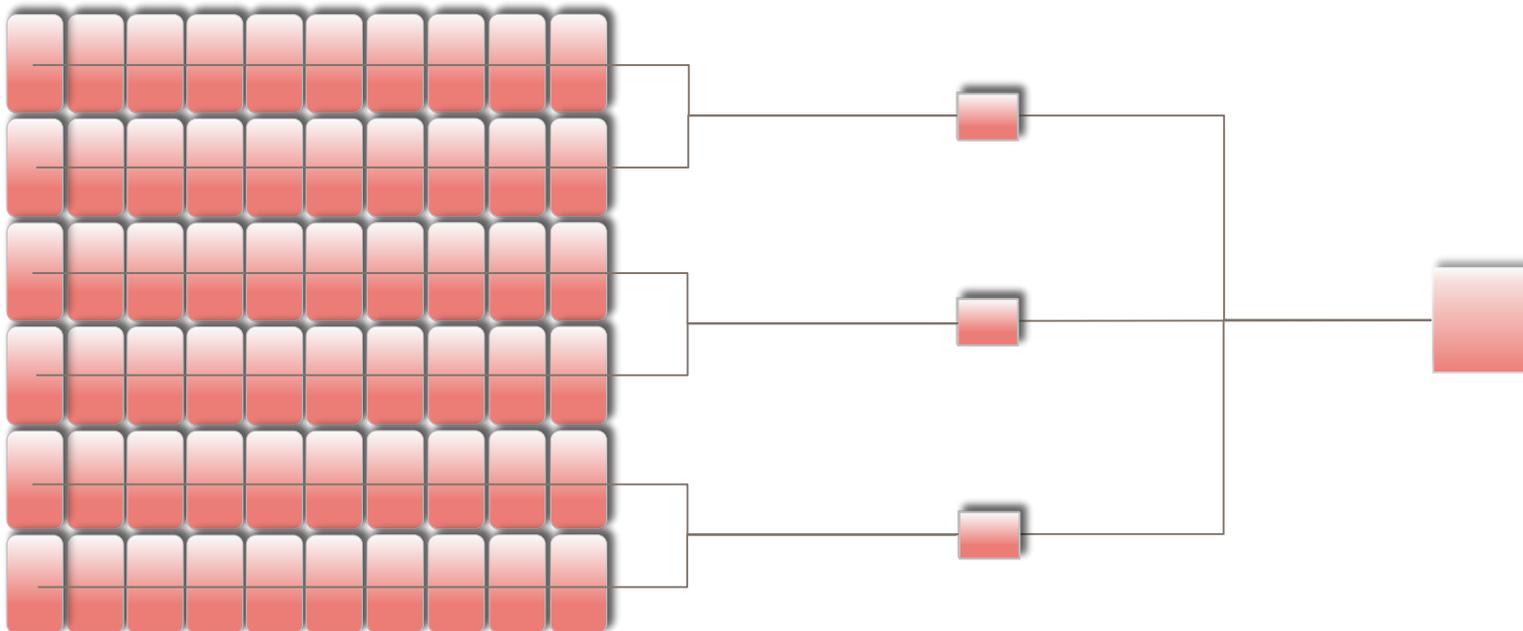
2. STUFE: SIMULATION



Bottom-up-Simulation:

Unsere scientific engine (MATLAB, INSEL) errechnet den Sollertrag der Anlage. So erhalten wir die präzise **Performance Ratio**, und nicht eine von Woche zu Woche schwankende Annäherung wie bei üblichem Monitoring. Denn:

- Wir **messen** die Temperatur jedes Moduls und können so durch die Berücksichtigung von Temperatur-Unterschieden der Module, bedingt durch Wind o.ä, **präzise** die Sollwerte bestimmen.
- Und: wir verwenden als Datenbasis die **individuellen Flasher-Daten jedes Moduls**, statt der standardisierten Daten aus den Datenblättern mit einer Leistungs-Schwankungsbreite von 3%

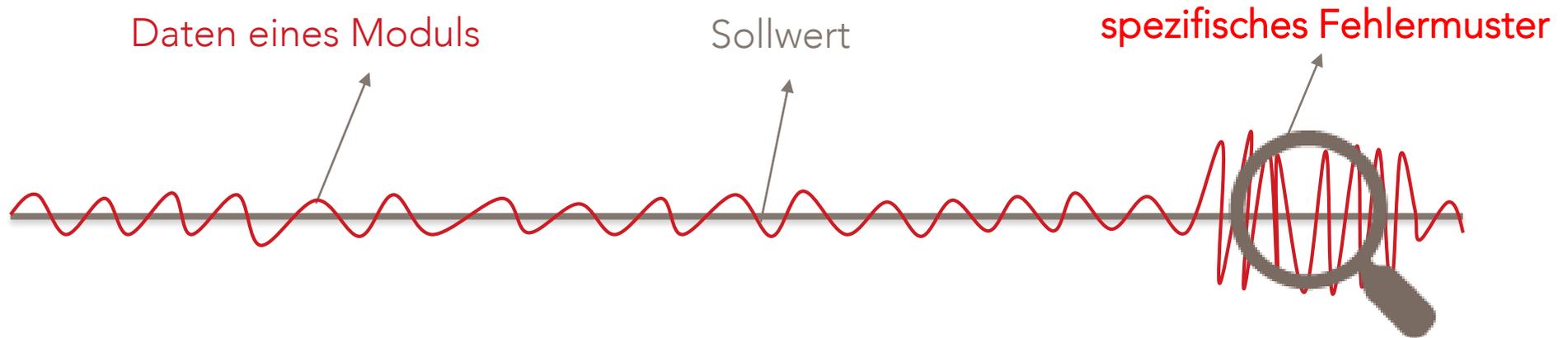


3. STUFE: FINGERABDRUCK-ABGLEICH



Jeder Fehler hat seine spezifische, einzigartige elektronische Signatur, seinen "Fingerabdruck".

Wir durchsuchen alle Daten nach diesen Fingerabdrücken und neue werden automatisch in unsere "Verbrecher-Kartei" übertragen.



ERGEBNIS 1: AUF EINEN BLICK VOLL INFORMIERT...



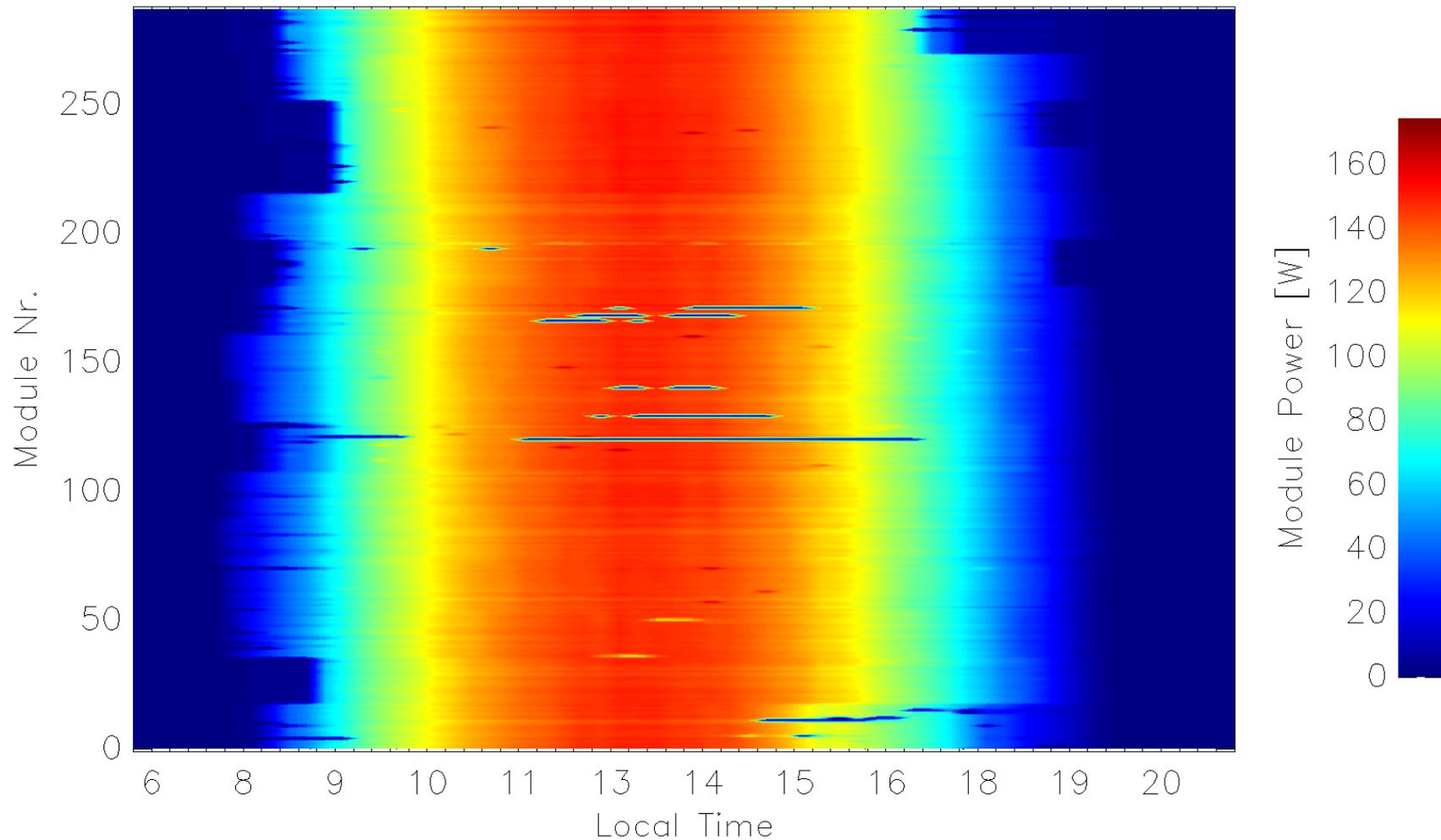
The screenshot displays the AEG IMM Web Portal interface for monitoring a solar plant in CADOLZBURG. The browser address bar shows the URL `webportal.sunsniffer.de`. The page features a navigation sidebar on the left with sections for Plant Selection, Monitoring (including Plant Status, Plant Monitoring, and Plant Comparison), Reports, Plant Configuration, Hardware Manager, and Presentation. The main content area is titled "PLANT MONITORING (CADOLZBURG)" and includes a tree view of the plant's structure, showing four strings (String 1,1 to 1,4) and five modules (Module 1,1 to 1,5) per string. The central dashboard provides a detailed view of the plant's components, including a "Charts & Statistics" section, "Plant View & Layout", "Map RealView", "Component Status", and "DeepView". The component status is visualized as a grid of modules, with some highlighted in orange to indicate "Defective module" and others in blue for "Significant voltage loss". A legend on the right explains these indicators and provides a link to "See DeepView of last sunny day". The bottom left corner shows the AEG logo with the slogan "perfekt in form und funktion" and a weather forecast for "Today" (+3°C / +17°C) and "Tomorrow" (+7°C / +13°C).

ERGEBNIS 1: ...UND ÜBER JEDE LEISTUNG IM BILDE



„DeepView“ : die ganze Anlage auf einem Blick, modulgenau.

2013-08-16



ERGEBNIS 2: SOGAR KLEINSTE FEHLER WERDEN ERKANNT



Herkömmliche Monitoring-Systeme sind nicht in der Lage, die Temperatur oder Spannung von jedem einzelnen Modul zu messen.

→Die **exakte Temperatur** von jedem Modul ist wichtig, um die **Performance Ratio (PR)** bestimmen zu können (schon bei Δ von 20°C → Δ des Modulertrages liegt bei 8.8%).

→Die **exakte Spannung** von jedem Modul ist wichtig, um bestimmen zu können, ob das Modul ein Problem hat – und welches.

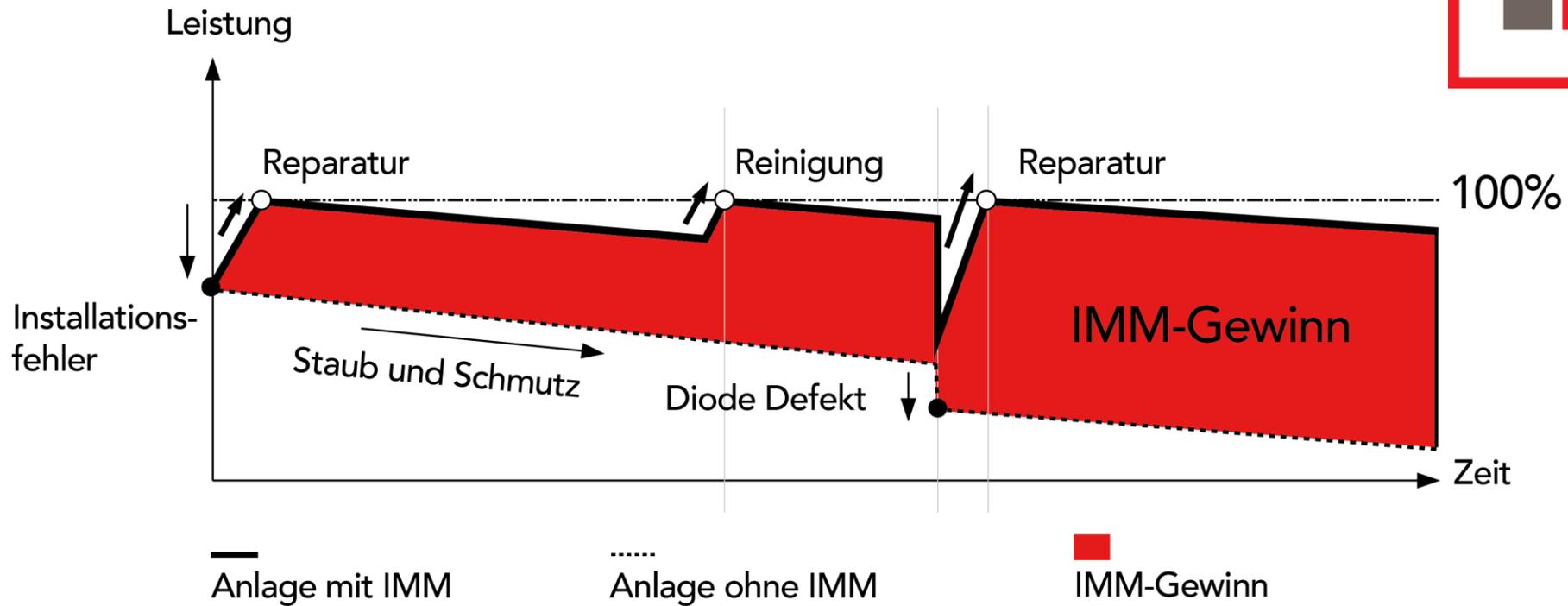


IMM zeigt **präzise die Leistung jedes einzelnen Moduls an**, und selbst die kleinsten Fehler werden entdeckt und identifiziert.

ERGEBNIS 4: RISIKOANALYSE...



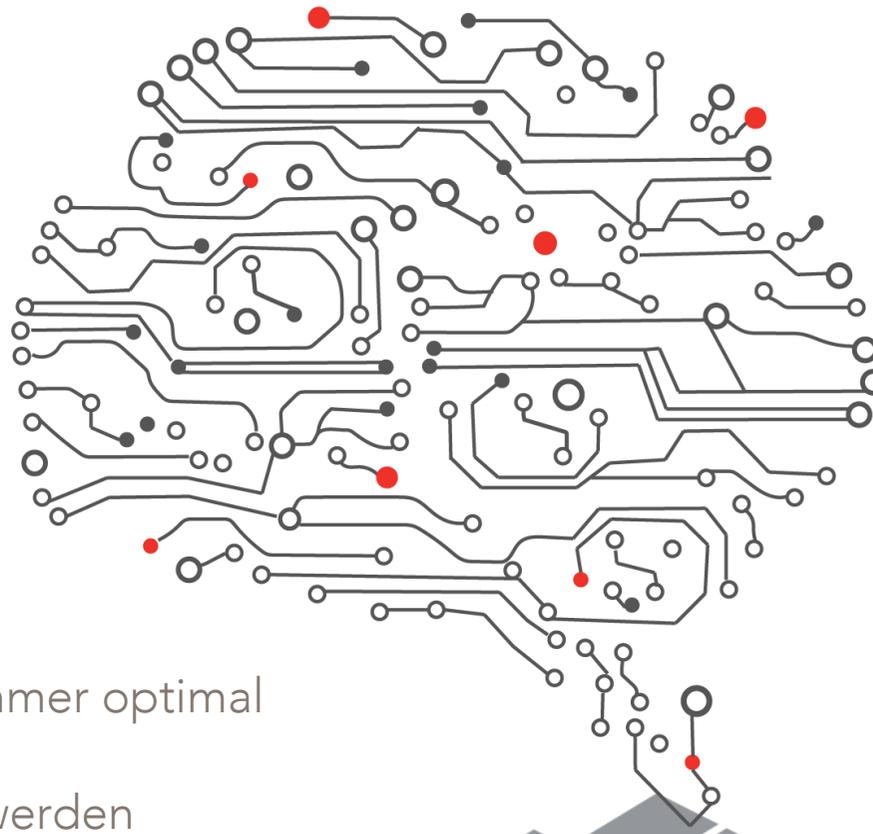
ERGEBNIS 4: ...ERTRAGSSTEIGERUNG UND O&M KOSTENREDUZIERUNG



IMM TECHNOLOGY: DIE REVOLUTION IN DER BETRIEBSFÜHRUNG



Betriebsführung mit der IMM-Technologie ist durch **künstliche Intelligenz** gemanagtes PV-Anlage Monitoring



ERGEBNIS:



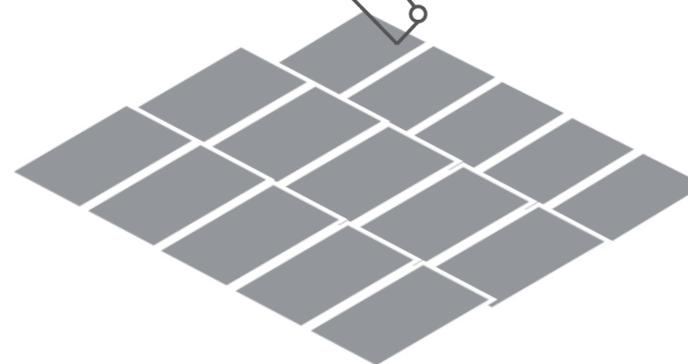
PV-Anlage performt immer optimal



Sogar kleinste Fehler werden erkannt und der Nutzen von Reparaturen kann kalkuliert und abgewogen werden



Der Ertrag wird gesteigert und die Sicherheit erhöht





100% TRANSPARENZ

dank Modulüberwachung
und künstliche
Intelligenz



VIELEN DANK FÜR IHRE AUFMERKSAMKEIT !

Ingmar Kruse

CTO

Solar Solutions PV GmbH
(Offizieller Anbieter AEG-Solarmodule)
Ludwig-Feuerbach-Str. 69
90489 Nürnberg

ik@aeg-industrialsolar.de

www.aeg-industrialsolar.de

Dr.-Ing. Thilo Kilper

Themenfeldleiter Photovoltaische Systeme

EWE-Forschungszentrum für Energietechnologie e.V. an
der Carl von Ossietzky Universität Oldenburg
Carl-von-Ossietzky-Str. 15
26129 Oldenburg

thilo.kilper@next-energy.de

www.next-energy.de