

**top
agrар**

Nr. 2/2014 · Einzelverkaufspreis 7 €

ENERGIE *magazin*

A man in a white jacket is looking up at a large solar panel array. The panels are arranged in a grid pattern and are mounted on a structure. The background shows a clear blue sky and a building with a red roof.

Module vor Ort prüfen
Messe Intersolar 2014
Flexibel Strom produzieren

Modul-Check vor Ort

Mit einem mobilen PV-Labor lassen sich Fehler in Solarmodulen schnell und zuverlässig aufdecken. top agrar hat einen Dienstleister begleitet.

Stephan Neitzel dreht die letzte Schraube fest. Das Photovoltaikmodul ist fest auf dem Gestell eingespannt. Jetzt verbindet er noch das Anschlusskabel und schiebt das Modul in den schmalen Spalt des drei Meter langen Anhängers. „Und jetzt warten wir auf das Ergebnis“, sagt der Geschäftsführer der Systemtechnik Weser-Ems (Syswe) aus Ganderkesee (Niedersachsen).

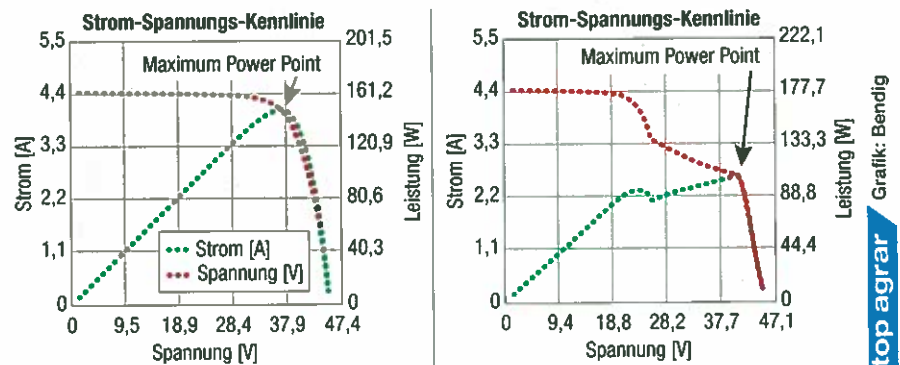
Seit dem vergangenen Jahr nutzt Neitzel diese Technik. Auf dem Pkw-Anhänger, ist ein modernes Labor zur Untersuchung von Modulen montiert. Mit dem Labor kann Neitzel eine Elektrolumineszenz (EL)-Messung der Module durchführen.

Seit mehreren Jahren überprüft er schon Photovoltaikanlagen auf deren Funktion. Bislang hat er dafür ein Kennlinienmessgerät eingesetzt, das bei Modulen Abweichungen in der Stromproduktion erkennen lässt. Ein weiteres wichtiges Hilfsmittel für ihn ist die Thermographie-Kamera. Mit ihr lassen sich warme Stellen (Hotspots) in den Modulen erkennen, die beispielsweise auf fehlerhafte Stromverbindungen schließen lassen. Wenn der Strom nicht abgeführt wird, wird es heiß.

Auch wenn diese Fehlerdiagnosen weiterhelfen, sind sie immer noch recht ungenau. Denn sie sagen wenig über die Ursache der Probleme aus. Und mit ihnen lassen sich Defekte in den Modulen erst erkennen, wenn der Stromfluss schon nicht mehr funktioniert.

Module leuchten: Bei der EL ist das anders. Bei dieser Methode wird am Modul eine elektrische Spannung angelegt. Das Modul fängt dabei an zu leuchten. Diese Strahlung lässt sich jedoch nicht mit dem menschlichen Auge, sondern nur mit einer speziellen Kamera erkennen. Mit diesem Verfahren kann man praktisch in das Modul „hineinsehen“: Kleine Risse, unterbro-

Übersicht 1: Zwei Kennlinien-Messungen



Im linken Bild ist die Modulleistung in Ordnung, die maximale Leistung liegt bei 149 Watt. Rechts ist das Modul verdreht, die Leistung sinkt auf 106 Watt.

chene Kontaktfinger und andere Zelldefekte lassen sich in Form von schwarzen Stellen erkennen. Denn wo kein Strom fließt, leuchtet das Modul nicht. Das Schwarz-Weiß-Bild, das die Kamera erzeugt, ähnelt einem medizinischen Röntgenbild.

Automatische Messung: In dem Anhänger wird vor der EL-Messung zunächst automatisch eine Strom-Spannungs-Kennlinie erzeugt. Hierfür wird das Modul von 10000 LED belichtet (geflashed). Anschließend erscheint auf dem Bildschirm des Computers, der in den Anhänger integriert ist, die Leistung des Moduls im Maximum-Power-Point (MPP). Jedes Modul hat eine eigene Kennlinie, die die Leistung als Produkt aus Stromstärke x Spannung angibt. Der Punkt, an dem die maximale Leistung erreicht wird, ist der MPP. In diesem Fall liegt er bei 149 Watt (Übersicht 1, linke Grafik).

Der MPP wird immer auf Standard-Test-Bedingungen berechnet, also u.a. bei einer Temperatur von 25 °C. Der Wert gibt die Nennleistung des Moduls an. Diese lässt sich mit dem Datenblatt des Moduls vom Hersteller vergleichen.

Anschließend macht das mobile Labor automatisch eine EL-Messung. Dazu erfassen sechs Nahinfrarotkameras das Modul, um möglichst viele Details darstellen zu können. Das Ergebnis erhält Neitzel nach ca. acht Sekunden auf dem Bildschirm. In einem Segment des Moduls erkennt er einen eindeutigen Riss (siehe Bild auf S. 25). „Hier ist der Stromfluss noch nicht unterbrochen, dafür hätte die Fläche richtig schwarz sein müssen“, analysiert er. Trotzdem kann das problematisch werden: Wenn sich im Sommer bei hohen Temperaturen die Module erwärmen, reicht schon eine minimale Ausdehnung des Materials aus, um die Stromverbindungen zu kapfen.

Bruch mindert Leistung: Wie ein gravierender Defekt im Modul aussieht, simuliert Neitzel mit einem Klebestreifen auf einer Zelle des Moduls. „Das ist mit Vogelkot, einem Blatt oder einem Bruch der Zelle zu vergleichen“, erklärt er. Beim anschließenden Flashen erkennt man sofort einen Unterschied bei der Stromproduktion: Der MPP liegt nur noch bei 106,9 Watt (Übersicht 1, rechte Grafik).

Wie kommen diese Defekte im Mo-

Stephan Neitzel schließt ein Solarmodul an. In dem Anhänger findet anschließend die EL-Messung statt.

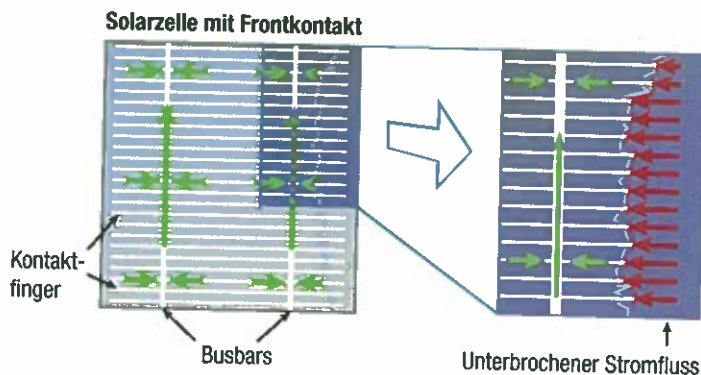
dul zustande? „In der Regel sind das Transport- oder Verlegeschäden“, berichtet Neitzel. Die anfälligsten Komponenten in einem Solarmodul sind die Solarzellen, die aus ganz fein gesägten, etwa 0,3 mm dünnen Siliziumscheiben (Wafern) bestehen. Auf den Wafer werden per Siebdruckverfahren dünne Metallstreifen aufgedruckt (Kontaktfinger). „Die Solarzellen sind spröde wie Christbaumkugeln“, beschreibt er deren Eigenschaften. Schon leichte Schwingungen können sie brechen lassen (Übersicht 2).

Erste Schäden können schon im Werk auftreten, wenn die Kontaktfinger mit zu starkem Druck aufgetragen werden. Auch können unachtsames Verladen des Gabelstaplerfahrers oder ein Transport liegender und übereinander gestapelter Module feine Risse verursachen. Darum sollten Solarmodule möglichst stehend transportiert werden. Aber auch auf den Baustellen sind bei dem hohen Zeitdruck, unter dem die Module montiert wurden, häufig Fehler passiert, hat Neitzel beobachtet: „Wenn ein Modul umfällt oder der Erriecher bzw. Reinigungspersonal auf den Modulen herumläuft oder sich draufkniert, sind Risse in den Zellen unvermeidlich.“ Auch heftiger Wind, di-

Foto: Neumann



Übersicht 2: So sieht ein Zellbruch aus



Bei einem Zellbruch parallel zu den Stromsammel-schienen (Busbars) fließt kein Strom mehr.

cke und schwere Schneeschichten oder starke Temperaturschwankungen können die Module schädigen.

Eine weitere Ursache sind Hagelkörner. Heftige Schläge führen auch zu Rissen in den Zellen. Während man sie mit bloßem Auge nicht erkennen kann, lassen sich Hagelschäden auf dem EL-Bild als kreisförmiger Fleck sehr gut von anderen Schäden unterscheiden. „Wir haben kürzlich nach einem Gewitter mit Hagel eine Anlage mit 94 Modulen überprüft, 93 davon hatten erhebliche Risse, obwohl man am Glas nichts erkennen konnte“, nennt Neitzel ein Beispiel. ▶

„Die Messung lässt uns ins Innere des Moduls blicken“

Wir sprachen mit dem Hersteller des mobilen Testlabors über verschiedene Methoden zum Aufspüren von Modulschäden.

top agrar: *Wie viele Ihrer mobilen PV-Labore sind zurzeit wo im Einsatz?*
Lohse: Wir haben bisher 14 der mobilen PV-Testcenter gebaut und ausgeliefert, davon elf in Deutschland und je eines in Dänemark, Griechenland und Japan.

top agrar: *Was sind die häufigsten Fehler, die die Prüfer feststellen?*
Lohse: Das sind Zellrisse und Zellbrüche in den Modulen. Aber auch Minderleistung durch beschleunigte Alterung finden wir bei laufenden Anlagen immer wieder.

top agrar: *Sind die drei Prüfverfahren Kennlinienmessung, Thermographie und Elektrolumineszenz (EL) geeignet, um allen Defekten der Solarmodule auf die Schliche zu kommen?*
Lohse: Die Leistungs- bzw. Kennlinienmessung und die Thermographie zeigen den aktuellen Zustand eines Moduls an, allerdings nur bei der Temperatur, den das Modul zum Zeitpunkt der Messung hatte. Hier erhält man also eine Aussage zum Istzustand. Mit der EL-Aufnahme kann man hingegen Mängel finden, die erst in der Zukunft zu Minderleistung führen können. Daher ist die Kombination dieser Untersuchungsmethoden schon recht umfassend.
 Allerdings gibt es auch Mängel wie z. B. eine ungenügende Vernetzung, also eine mangelhafte Lamination (Einbettung) der Zellen mit dem Glas und der Rückseitenfolie. Diese Fehler lassen sich nur im Labor unter Zerstörung des Moduls aufdecken. Laminationsfehler können zu einer erhöhten Empfindlichkeit gegenüber mechanischen Belastungen wie

Sturm oder Schnee führen. Weiterhin kann auch das Eindringen von Feuchtigkeit die Folge sein, wodurch die Module sehr schnell altern. Die höhere Empfindlichkeit gegen mechanische Belastungen sehen wir oft schon anhand einer hohen Zahl an Zellrisse und Brüchen bei Untersuchungen auf der Baustelle vor dem Einbau. Das langsame Eindringen von Feuchtigkeit in die Module wird man leider nur in den Auswirkungen mit der Kombination aus Leistungsmessung und Elektrolumineszenz nach einigen Jahren erkennen können.

top agrar: *Woran kann der Anlagenbetreiber erkennen, dass seine Anlage nicht richtig läuft und er sie genauer untersuchen lassen sollte?*
Lohse: Hierzu reicht es aus, die Ertragswerte mit anderen Anlagen in der Region zu vergleichen. Eine EL-Untersuchung ist immer dann notwendig, wenn es erhebliche Verdachtsmomente auf starke mechanische Belastungen gibt. Wenn zum Beispiel Hagelkörner das Glas einiger Module zerbrochen haben, empfiehlt es sich, die anderen nicht im Glas gebrochenen auf Zellbrüche zu untersuchen. Nur so können Spätfolgen, die dem Hagel Schaden zuzuordnen wären, ausgeschlossen werden. Wichtig: Die meisten Monteure und selbst erfahrene Anwender denken immer noch, das Glas am Modul sei das empfindlichste Bauteil. Dem ist nicht so! Die Silizium-Zellen brechen schon deutlich früher als das Glas. Ein Kratzer über die Rückseitenfolie, der keinen sichtbaren Schaden anrichtet, kann die Zellen schon nachhaltig schädigen.

top agrar: *Gibt es Unterschiede in der Art der Risse, die sich bei der EL-Untersuchung zeigen?*
Lohse: Auf jeden Fall. Ein Mikroriss durch eine Solarzelle trennt zwar schon Siliziumbereiche voneinander ab, diese sind jedoch weiterhin über die Kontaktfinger mit den Busbars leitend verbunden und bleiben somit



Foto: Privat

Eric Lohse,
Geschäftsführer der
MBJ
Services
GmbH,
Hamburg

elektrisch aktiv. Mikrorisse können aber zu Brüchen werden, indem z. B. bei thermischer Ausdehnung der Riss größer wird und dadurch die Kontaktfinger voneinander elektrisch getrennt werden. Das Abreißen der Kontaktfinger und somit die Unterbrechung der Verbindung zu den Busbars führt zu elektrisch inaktiven Zellbereichen. Der Abriss muss nicht sofort vollständig sein, er kann zunächst mit erhöhten Übergangswiderständen beginnen. Die elektrische Verbindung kann auch nur temporär unterbrochen sein, je nach Temperatur oder mechanischen Einflüssen. Besonders kritisch sind Trümmer- oder Fächerbrüche oder Risse oder Brüche parallel zu den Busbars, die ganze Zellbereiche von der Stromversorgung abschneiden.

top agrar: *Ab welchen Schäden ist ein Austausch der Module anzuraten?*
Lohse: Wenn mehr als 10% der Fläche kritische Brüche zeigt oder mehr als 30% der Zellen Schäden aufweisen. Wir haben dazu ein umfangreiches Dokument auf unserer Internetseite veröffentlicht.

top agrar: *Inwieweit helfen die Dokumente (Prüfbericht EL-Messung usw.) bei der Schadensregulierung?*
Lohse: Die Elektrolumineszenzaufnahme ist die Basis für ein Sachverständigen-Gutachten. Viele unserer Partner sind vom TÜV zertifizierte PV-Gutachter. Oft nutzen aber auch die Versicherungen gute EL-Aufnahmen, um zweifelsfrei die Schadensursache festzustellen.

Das Interview führte
Hinrich Neumann

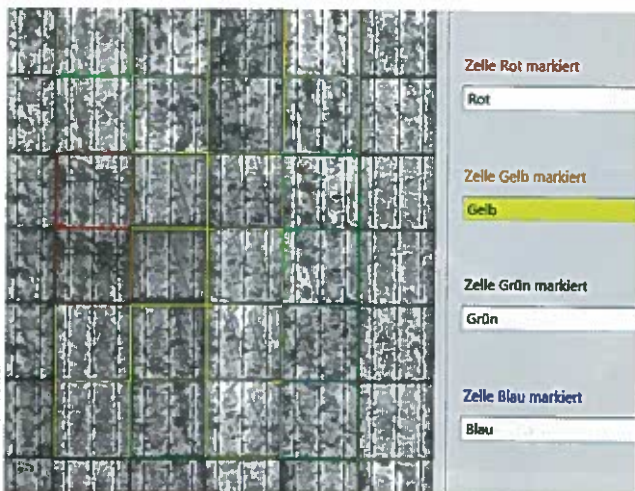


Foto: Werkbild

Bildschirmfoto einer EL-Messung: Risse und andere Schäden lassen sich wie auf einem Röntgenbild erkennen.

Die feinen Mikrorisse unterbrechen den Stromfluss jedoch nicht sofort. Das gilt auch für Hagelschäden. Manchmal kann es Jahre dauern, bis sich die Schäden bemerkbar machen. Es ist dann nicht mehr nachzuziehen, wer die Schuld daran trägt. Oft ist auch die Garantie abgelaufen. Wenn dann noch Hersteller oder Errichter insolvent sind, hat der Anlagenbetreiber schlechte Karten.

Sinnvoll ist eine Überprüfung möglichst vor Ablauf der Garantiezeit. Auch nach einem Unwetter mit Hagel ist die Messung empfehlenswert. Immer mehr Versicherungen wollen wissen, ob ein Schaden durch den Hagel verursacht wurde oder schon vorher bestand. Mit der EL-Messung kann man das deutlich sehen.

Bei der Prüfung kontrolliert Neitzel je nach Wunsch

des Anlagenbetreibers entweder alle Module oder eine Stichprobe von 3%. Pro Stunde schafft er dabei rund 20 Module. Im Sommer kann er auch erst mit der Thermographiekamera nach Hotspots schauen und dann gezielt nur die auffälligen Module testen.

Der Modul-Check kostet je nach Anzahl der Module zwischen 10 und 30 € für die komplette Prüfung eines Moduls (EL, Flash/Leistungsmessung und eventuell auch Thermographie). Hierfür müssen die Module jedoch schon demontiert sein und zur Prüfung bereitstehen. Für den Ab- und Aufbau müssen je nach Anlage sonst weitere 15 bis 30 € pro Modul angesetzt werden. Wenn ohnehin schon Module z.B. bei Glasbruch getauscht werden müssen, fallen die Extrakosten geringer aus. *Hinrich Neumann*

Schnell gelesen

- Mit der Elektrolumineszenzmessung lassen sich Schäden im Modul wie z. B. Risse erkennen.
- Eine Messung ist sinnvoll vor Ablauf der Garantiezeit oder nach Unwettern.
- Die Messung kostet 10 bis 30 € pro Modul. Dazu kommen Kosten für Auf- und Abbau der Module.



Unsere Gülletechnik für Ihre Wirtschaftlichkeit

Immer meine Wahl – leistungsstarke Güllepumpen und -systeme von GEA Farm Technologies

Veredlungsbetriebe und Betreiber von Biogasanlagen erwarten die zuverlässige und leistungsstarke Verarbeitung von Rinder- und Schweinegülle. Ob bewährte Hochleistungs-Pumpen für vielseitige Anwendungsmöglichkeiten, Rührwerke oder Gülle-Separatoren: GEA Farm Technologies bietet Lösungen, die Ihren höchsten Ansprüchen gerecht werden. Ein Beispiel: Das Elektromix-System mit hydraulisch angetriebener Hubkolbenpumpe und separatem elektrischem Rührwerk, das selbst dickflüssige Gülle mühelos zerkleinert, mischt und je nach Güllekonsistenz und Ausführung über eine Entfernung von bis zu 914 m pumpt. Bewährte Technik für hohe Effizienz und ein Mehr an Wirtschaftlichkeit. Weitere Infos bei Ihrem GEA Fachzentrum in der Nähe oder auf unserer Homepage.



GEA Tier- & Stalltechnik | Houle | Royal De Boer | Mullerup

www.gea-farmtechnologies.com