

**Zeitschrift:** Bulletin Electrosuisse  
**Herausgeber:** Electrosuisse, Verband für Elektro-, Energie- und Informationstechnik  
**Band:** 97 (2006)  
**Heft:** 10

**Artikel:** Ertragsoptimierung dank automatischer Fehlererkennung  
**Autor:** Stettler, Sandra / Toggenweiler, Peter / Remund, Jan  
**DOI:** <https://doi.org/10.5169/seals-857683>

### **Nutzungsbedingungen**

Die ETH-Bibliothek ist die Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Zeitschriften und ist nicht verantwortlich für deren Inhalte. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern beziehungsweise den externen Rechteinhabern. [Siehe Rechtliche Hinweise.](#)

### **Conditions d'utilisation**

L'ETH Library est le fournisseur des revues numérisées. Elle ne détient aucun droit d'auteur sur les revues et n'est pas responsable de leur contenu. En règle générale, les droits sont détenus par les éditeurs ou les détenteurs de droits externes. [Voir Informations légales.](#)

### **Terms of use**

The ETH Library is the provider of the digitised journals. It does not own any copyrights to the journals and is not responsible for their content. The rights usually lie with the publishers or the external rights holders. [See Legal notice.](#)

**Download PDF:** 18.03.2025

**ETH-Bibliothek Zürich, E-Periodica, <https://www.e-periodica.ch>**



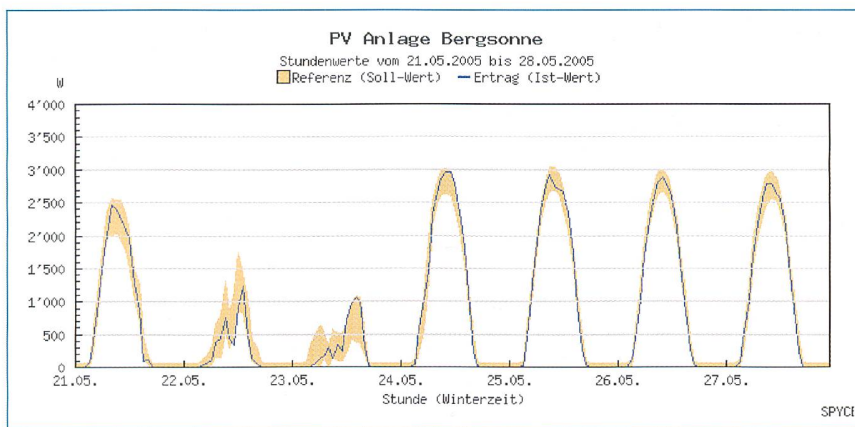


Bild 2 Energieertrag und Referenzwert einer fehlerfrei funktionierenden PV-Anlage.

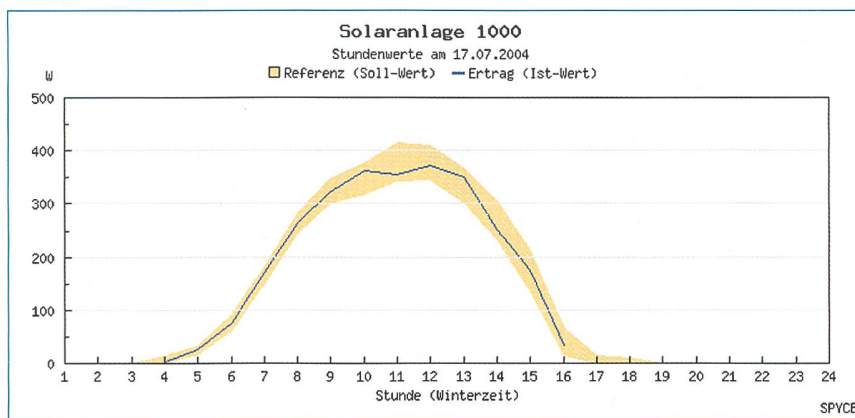


Bild 3 Energieertrag und Referenzwert einer fehlerfrei funktionierenden PV-Anlage (Tagesverlauf).

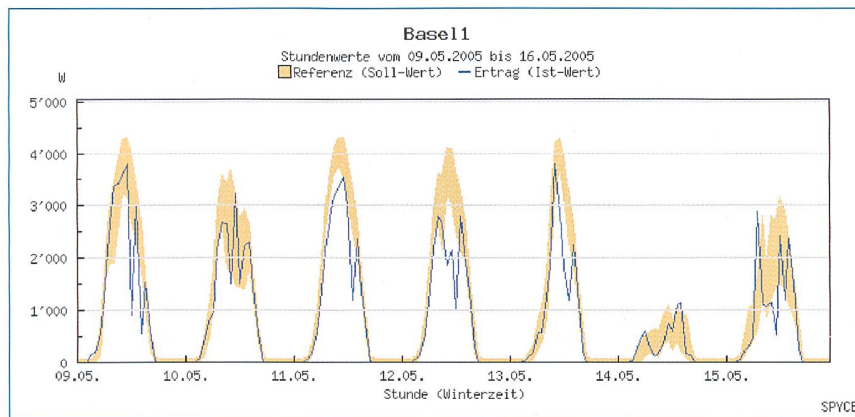


Bild 4 PV-System mit Abregelung des Wechselrichters aufgrund von Überhitzung.



Bild 5 Mit Satellitendaten ist es an sonnigen Tagen möglich, an PV-Anlagen Energieverluste von 10% zu erkennen.

## Fehlererkennungs-Routine

Die FDR vergleicht als Startbasis den Energieertrag des aktuellen Tages mit dem Referenzertrag. Um auch kleinere Fehler wie Beschattung zu erkennen, werden zudem in einem statistischen Verfahren auch die Energieerträge der letzten 7 und 30 Tage analysiert. Wenn der Energieertrag deutlich tiefer ist als der Referenzertrag, erkennt die FDR einen Fehler. Als Fehler werden deshalb nicht nur technische Defekte wie ein Stringausfall erkannt, sondern auch andere Faktoren wie Schneefall oder Beschattung. Falls die FDR einen Fehler entdeckt, erstellt sie davon ein Profil. Dies beinhaltet die Höhe des Energieverlusts, seine Dauer und Konstanz, aber auch andere Faktoren wie z.B. die Korrelation mit der Sonnenhöhe oder der Einstrahlung. Falls möglich findet zudem ein Vergleich mit benachbarten PV-Systemen statt. Mit Hilfe dieses Fehlerprofils entscheidet die FDR anschliessend, welche Gründe für den Energieausfall in Frage kommen.

## Erste Resultate

Das PVSAT-2-Verfahren wurde bereits an historischen und aktuellen Datensätzen von verschiedenen PV-Anlagen getestet. Dabei wurden die Referenzwer-

## Optimisation des rendements grâce à une détection automatique des erreurs

Un nouveau système entièrement automatique est capable de surveiller les installations photovoltaïques à l'aide de données obtenues par satellite. Divers projets menés en Europe ont permis, après plus de 10 ans de travaux de recherche, de mettre au point ce système. Il sera introduit sur le marché au mois de mai 2006 par l'entreprise Meteotest à Berne, avec l'appui de l'Agence spatiale européenne ESA. Le système SPYCE (*Satellite Photovoltaic Yield Control & Evaluation*) calcule à l'aide des données obtenues par satellite la production théorique des installations photovoltaïques. Ce résultat est ensuite automatiquement comparé à la production d'énergie effectivement mesurée. L'ensemble de ces valeurs peut être consulté en tout temps sur Internet et donne un aperçu de la production d'énergie de l'installation.

ten von der Universität Oldenburg aus Satellitendaten berechnet. Die meisten PV-Anlagen funktionierten fehlerfrei. Bei einigen PV-Anlagen konnten allerdings mit der FDR Fehler entdeckt werden.

Ein Wechselrichter aus der Testphase schaltete häufig am späten Nachmittag für kurze Zeit aus, da er überhitzt war. Die FDR erkannte, dass ein Problem vorliegt, und konnte die möglichen Fehlerquellen auf vier Fehler eingrenzen.

Natürlich sind auch Totalausfälle detektierbar. Diese werden von der FDR schnell erkannt. Mögliche Gründe für einen Totalausfall können ein defekter Wechselrichter oder ausgeschalteter Hauptschalter sein. Im Winter ist zudem Schneebedeckung ein weiterer möglicher Grund. Dauert die Unterbrechung nur wenige Stunden, könnte sie auch auf einen Stromausfall zurückzuführen sein. Die FDR erkennt alle diese Gründe und kann sie teilweise auch unterscheiden.

### Schlussfolgerungen

Die Aussagekraft der FDR hängt vor allem von der Qualität der Strahlungsdaten und von der Grösse der PV-Anlage ab. Mit Satellitendaten ist es an sonnigen Tagen möglich, Energieverluste von 10% zu erkennen. Bei Anlagen bis etwa 10 kW lassen sich somit Stringausfälle detektieren. Bei grösseren Anlagen ist es sinnvoll, einzelne Untereinheiten zu überwachen um die Aussagekraft der Methode zu erhöhen. Die ersten Resultate zeigen, dass die FDR Fehler schnell erkennen und innerhalb kurzer Zeit auch die Fehlerursache stark eingrenzen kann. Die automatische Anlagenkontrolle mit der FDR wird voraussichtlich zu einem Standard bei der Anlagenüberwachung.

### Referenzen

- [1] Homepage des EU-Projekts PVSAT-2: [www.pvsat.com](http://www.pvsat.com)
- [2] Weitere Informationen zur Dienstleistung SPYCE sind unter [www.spyce.ch](http://www.spyce.ch) erhältlich.
- [3] Lorenz E. et al.: PVSAT-2: Intelligent Performance Check of PV System Operation based on Satellite Data. 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Paris, 7-10 June 2004.
- [4] Stettler S. et al.: Failure Detection Routine for Grid Connected PV systems as part of the PVSAT-2 project. 20th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Barcelona, 6-10 June 2005.
- [5] Betcke J. et al.: Accuracy improvement of irradiation data by combining ground and satellite measurements. EUROSUN 2004 (ISES Europe Solar Congress), Freiburg, 20-23 June 2004.
- [6] Beyer H.G. et al.: Identification of a General Model for the MPP Performance of PV Modules for the Application in a Procedure for the Performance Check for Grid Connected Systems. 19th European Photovoltaic Solar Energy Conference, Paris, 7-10 June 2004.

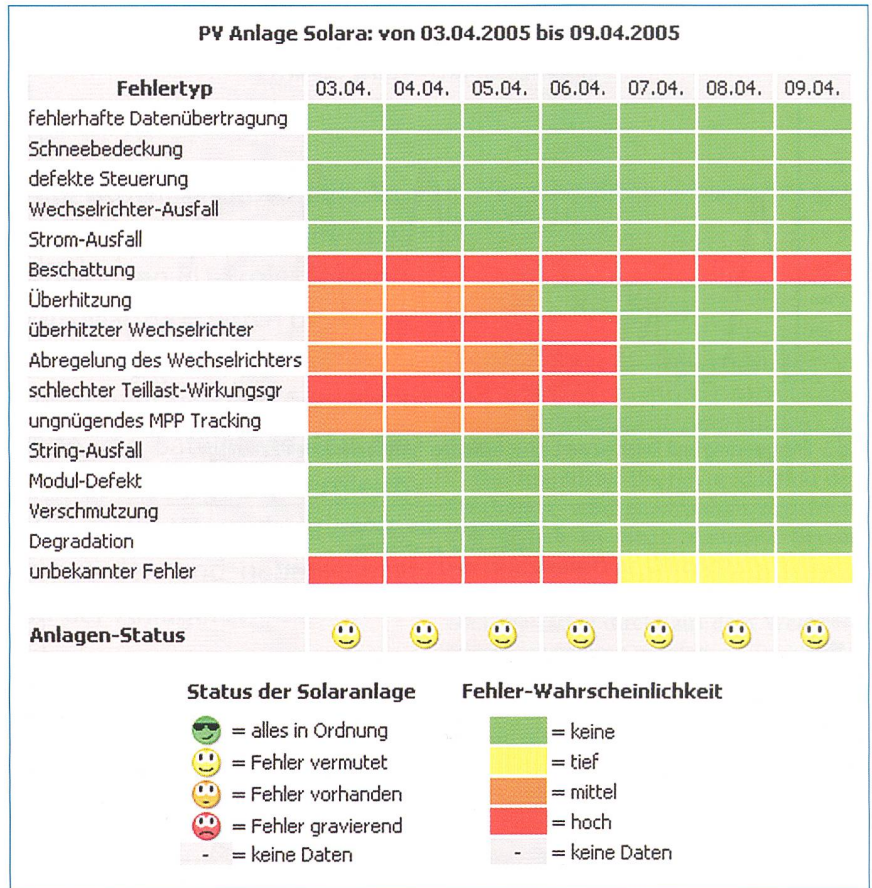


Bild 6 Resultat der FDR für ein PV-System mit Beschattung.

## Yield Optimisation thanks to Automated Failure Detection

Identification of energy losses in PV systems up to now needed time intensive analyses. «SPYCE» is an internet service that relieves this by daily analysing the performance of PV systems. As input data SPYCE needs the hourly energy yield of the PV system and reference values of the energy yield. The reference values are calculated with the help of irradiance data provided by a satellite and with specific information about the PV system. If the actual energy yield is significantly lower than the reference values, a Failure Detection Routine (FDR) analyses the pattern of energy loss (height, duration, ...).

This pattern is automatically compared with predefined patterns of frequently occurring failures (as e.g. string defect). The accordance of the actual pattern of energy loss with the predefined failure patterns is used to define which failures are most probable in the actual case and which ones can be excluded. First results show that the FDR is able to detect energy losses within one day. It is very capable in deciding which failures are impossible in the actual case and gives a helpful choice of possible failures.

In case of a severe malfunction, the operator of the PV system is instantly informed via email or sms. All information about the performance of the PV system and the results of the Failure Detection Routine are permanently available on the internet for registered users. The SPYCE service is provided on the homepage [www.spyce.ch](http://www.spyce.ch) as a Joint Venture of Enecolo AG and Meteotest.