PVGuard

Korrigierte Energiespuren im PVGuard

Synopsis	Beschreibt die Mechanismen, die im PVGuard angewendet werden, um Daten zu prüfen und bereinigen.
Version	Version 2.2
Date	9.12.2015

Imprint

Copyright ©2014 skytron energy GmbH

Notices

This document is protected by copyright. No parts of it may be copied or translated into other languages without the express, prior written consent of skytron® energy GmbH. The utmost care and attention have gone into the preparation of this manual, but skytron® energy GmbH accepts no liability for any errors that may be contained in this document or may result from using it.

The registered trademarks used in this manual are the property of their respective owners.

The following products are registered trademarks of skytron® energy GmbH:

skytron®
ArrayGuard®
PVGuard®
skylog®
StringGuard®

For any legal issues concerning this document, the place of performance and jurisdiction is Berlin.

Registered Court: Amtsgericht Berlin-Charlottenburg HRB 1632988 / DE 295 424 299

Publisher

skytron® energy GmbH Ernst-Augustin-Straße 15 / D - 12489 Berlin
Managing Director: Jörgen Klammer
Tel: +49 30 338 430 - 0 / Telefax: +49 30 338 430 - 99
info@skytron-energy.com / www.skytron-energy.com

Contents

1 Einführung.....4

2 Korrigierte Energiespuren im PVGuard.....5

3 Energiespurkorrektur.....6

3.1 Erkennen und Beseitigen von Unstetigkeiten.....6

3.2 Auffüllen von Datenlücken (gewichtete Interpolation)..... 7

3.2.1 Smart-Interpolation unter Verwendung einer Referenzenergiespur..... 8

3.2.2 Smart-Interpolation unter Verwendung des Sonnenstandes.....9

3.2.3 Lineare Interpolation für kurze Lücken..... 10

3.3 Umrechnung von Leistungs- in Energiespuren durch numerische Integration..... 10

1 Einführung

Bei der Entwicklung eines Softwaresystems liegen die Ursachen für Fehler nicht unbedingt in der Grundfunktionalität der Anwendung selbst. Vielmehr ist es in der Praxis so, dass die Ursachen außerhalb des Einflussbereiches des Softwaresystems liegen. Beispielsweise erhält der PVGuard seine Daten aus verschiedensten Geräten im Feld. Viele davon befinden sich in komplexen Umgebungen mit anspruchsvollen Umweltbedingungen. Die Geräte weisen bekannte Probleme auf, die man in solchen Situationen erwarten kann:

- Fehlfunktionen, entweder kurz-oder langanhaltend,
- defekte Geräte werden ersetzt,
- Kommunikationsverbindungen werden versehentlich oder absichtlich getrennt,
- Wartungsmaßnahmen müssen durchgeführt werden.

Die Liste lässt sich beliebig fortsetzen.

Anstelle eines idealen Datenstroms, welcher in regelmäßigen Zeitintervallen übertragen wird, treten Datenausfälle auf oder die erhaltenen Daten sind erkennbar nicht plausibel. Beispielsweise können Messwerte von Wechselrichtern übertragen werden, die unmöglich zu einer bestimmten Nennleistung passen. Darüber hinaus werden Geräte ausgetauscht, was die kumulierte Energieproduktion plötzlich auf Null zurücksetzt.

PVGuard muss mit all diesen Fehlern umgehen, um genaue und nutzbare Energiedaten darzustellen, auf die sich Anlagenbetreiber und Betriebsführer verlassen können. Die verwendeten Mechanismen wurden von skytron energy über viele Jahre der Überwachung des Betriebs tatsächlicher Anlagen hinweg entwickelt. In den vordefinierten Ansichten werden Energiewerte dargestellt, die auf diesen bereinigten Daten basieren.

Dieses Dokument beschreibt die angewandten Mechanismen, um die Daten zu prüfen und zu bereinigen ohne fehlende oder fehlerhafte Daten zu produzieren.

Es ist jedoch wichtig, dass die nachgebesserten Daten leicht identifiziert werden können. Daher besteht eine Grundvoraussetzung, die ursprünglichen Quelldaten unverändert zu behalten. Die verarbeiteten Daten sind dann in einer "berechneten" Energiespur zu finden.

2 Korrigierte Energiespuren im PVGuard

Die Energiespurkorrektur füllt Datenlücken in Original-Messdaten mittels Interpolation. Dazu wird zu den betreffenden Originalspuren jeweils eine zusätzliche, korrigierte Datenspur angelegt und automatisch gefüllt. ***Die Originalspuren bleiben immer unverändert erhalten, so dass es jederzeit möglich ist, zwischen berechneten und gemessenen Werten zu unterscheiden und diese zu vergleichen.***

Berechnete Spuren sind im PVGuard im *Kraftwerke-Explorer* (dem unteren Bereich auf der linken Seite) mit dem Symbol *ƒ* im Wertesymbol zu erkennen, wie in *Abb. 1: PVGuard Kraftwerke-Explorer* für einen typischen Wechselrichter gezeigt. Die Spuren, die sich aus der Korrektur der empfangenen Daten ergeben, werden üblicherweise mit dem Begriff *Bereinigt* beschriftet.

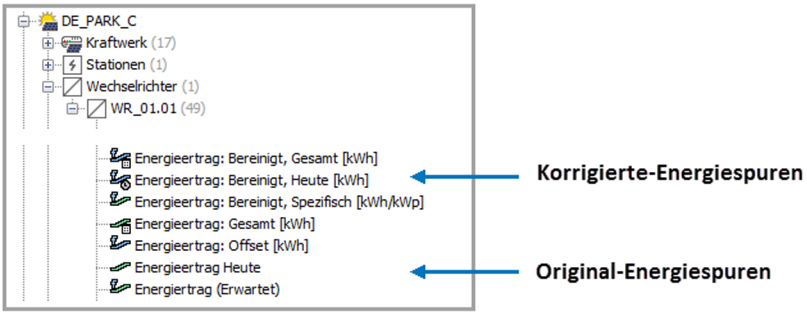


Abb. 1: PVGuard Kraftwerke-Explorer

3 Energiespurkorrektur

Die Hauptfunktionen der Energiespurkorrektur sind:

1. *Erkennen und Beseitigen von Unstetigkeiten*
2. *Auffüllen von Datenlücken (gewichtete Interpolation)*
3. *Umrechnung von Leistungs- in Energiespuren durch numerische Integration*

3.1 Erkennen und Beseitigen von Unstetigkeiten

Beispiel: Die Originalmesswerte „springen“ plötzlich um einen nennenswerten Betrag nach unten. Ein solches Verhalten kann auftreten, nachdem ein Wechselrichter ausgetauscht wurde. Die Energiewerte der neuen Wechselrichter entsprechen nicht den zuletzten erfassten Werten des alten Wechselrichters.

Die Energiespurkorrektur erkennt den plötzlichen Wertverlust und addiert die Differenz auf alle nachfolgenden Werte. Bei positiven Sprüngen wird die Plausibilität anhand einer vorgegebenen Maximalleistung geprüft (z.B. installierte Peak-Leistung, Nennleistung oder maximal zu erwartenden Einstrahlungsleistung).

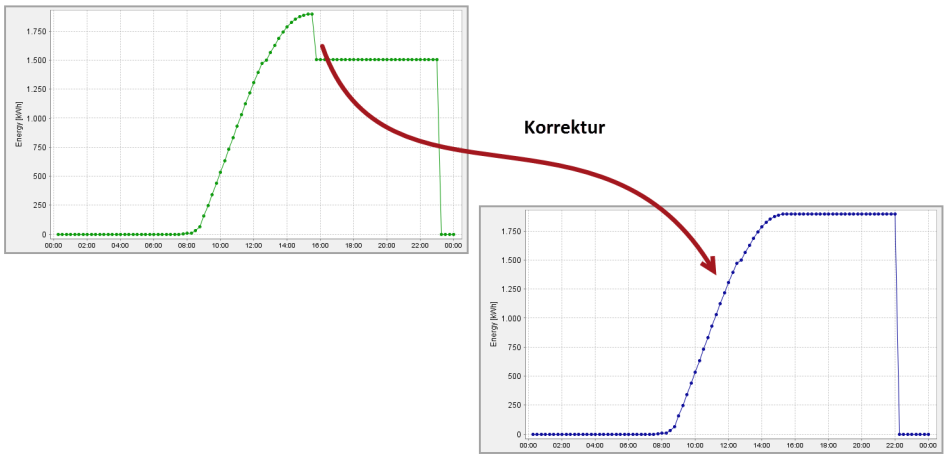


Abb. 2: Sprungkorrektur

3.2 Auffüllen von Datenlücken (gewichtete Interpolation)

Beispiel: Eine gestörte Datenverbindung verhindert eine durchgängige Aufzeichnung der Messwerte.

Die Energiespurkorrektur versucht, die Datenlücken derart aufzufüllen, dass die Spur trotzdem für Auswertungen verwendet werden kann.

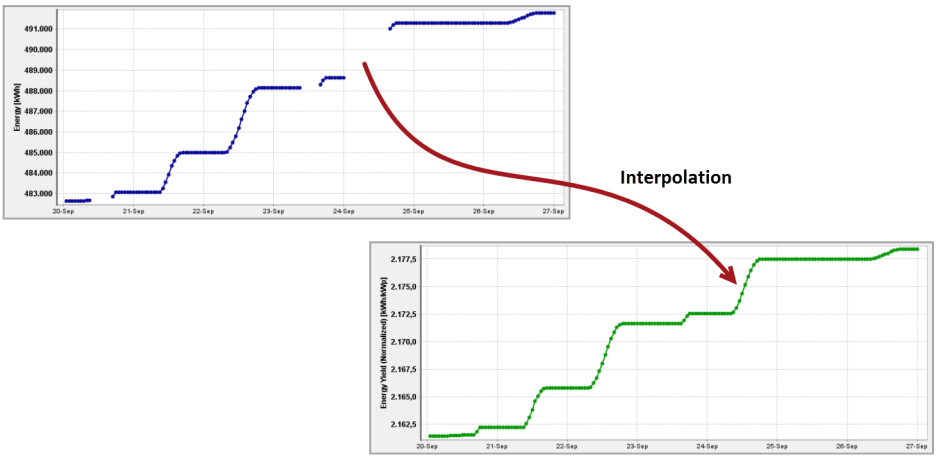


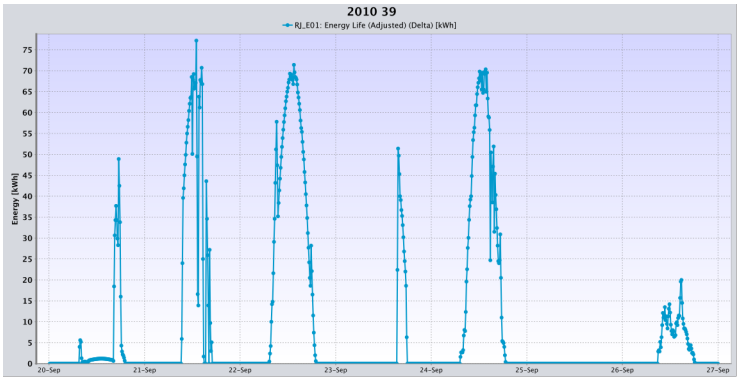
Abb. 3: Korrektur durch Interpolation

Hinweis: Das Ziel der Energiespurkorrektur ist eine realistische Verteilung der Energiedifferenz zwischen den Anfangs-und Endpunkten einer Datenlücke zu erzeugen. Die Werte am Anfang und am Ende der Datenlücke werden aus den tatsächlichen Messwerten genommen.

Um die fehlenden Messwerte so realistisch wie möglich zu gestalten, verfügt die Energiespurkorrektur über drei Methoden zur Interpolation:

1. *Smart-Interpolation unter Verwendung einer Referenzenergiespur*
2. *Smart-Interpolation unter Verwendung des Sonnenstandes*
3. *Lineare Interpolation für kurze Lücken*

Zur Veranschaulichung der unterschiedlichen Methoden werden im Folgenden nicht die absoluten Energieerträge, sondern die entsprechenden Lastgänge dargestellt. Dies wird beispielsweise im *Abb. 4: Schwankungen (Delta) der Energiespur* gezeigt, in der die Energie mit dem Aggregat *Delta* der Leistungskurve entspricht.



Die erzeugte Gesamtenergie wird im Bild rot dargestellt. Die grüne Linie (linke Achse) zeigt die Änderung (Delta) in der Gesamtenergie, d.H. die Leistung bzw. Lastgänge.

Abb. 4: Schwankungen (Delta) der Energiespur

3.2.1 Smart-Interpolation unter Verwendung einer Referenzenergiespur

Die Referenzspur (i.d.R. von einem Einstrahlungssensor) wird derart gestaucht und verschoben, dass Anfangs- und Endwert jeweils mit der Originalspur übereinstimmen. Diese Methode erzeugt das beste Ergebnis und wird immer verwendet, wenn eine durchgängige Referenzspur verfügbar ist.

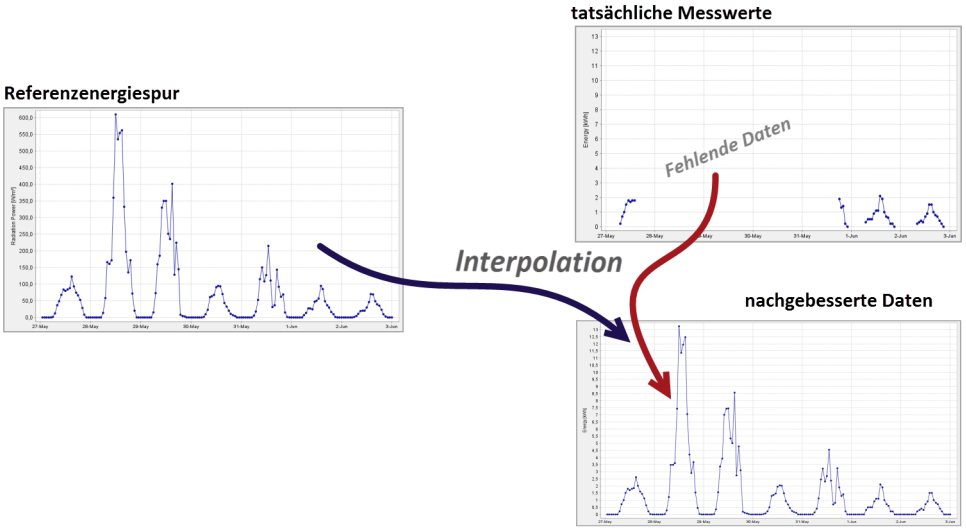
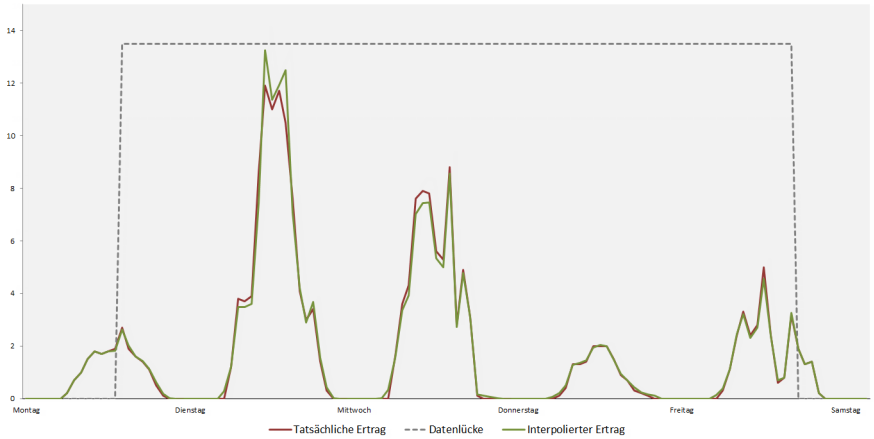


Abb. 5: Interpolation unter Verwendung einer Referenzenergiespur

Das Bild unten zeigt das Ergebnis einer simulierten Datenunterbrechung. Dadurch kann das Ergebnis des Interpolationsprozesses mit der tatsächlich erzeugten Energie verglichen werden.



Die rote Linie zeigt die aktuellen Daten. Das Ergebnis der Interpolation wird grün dargestellt. Die grau gestrichelte Linie zeigt den Zeitraum des simulierten Datenausfalls.

Abb. 6: Interpolation im Vergleich mit tatsächlicher Energieerzeugung

3.2.2 Smart-Interpolation unter Verwendung des Sonnenstandes

Steht keine Referenzspur zur Verfügung, wird der Sonnenstand zur Interpolation verwendet. Die Energie steigt proportional zur Sonnenhöhe über einem definierten Schwellwert.

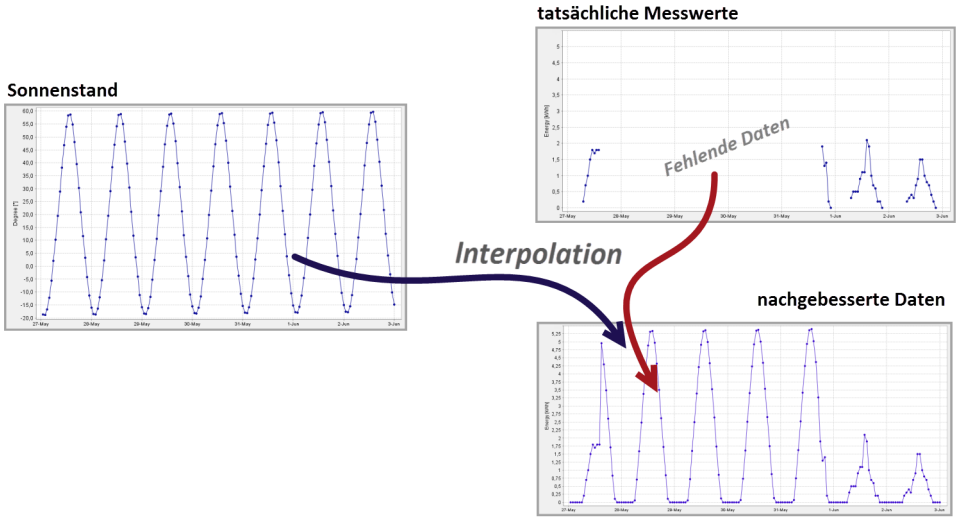
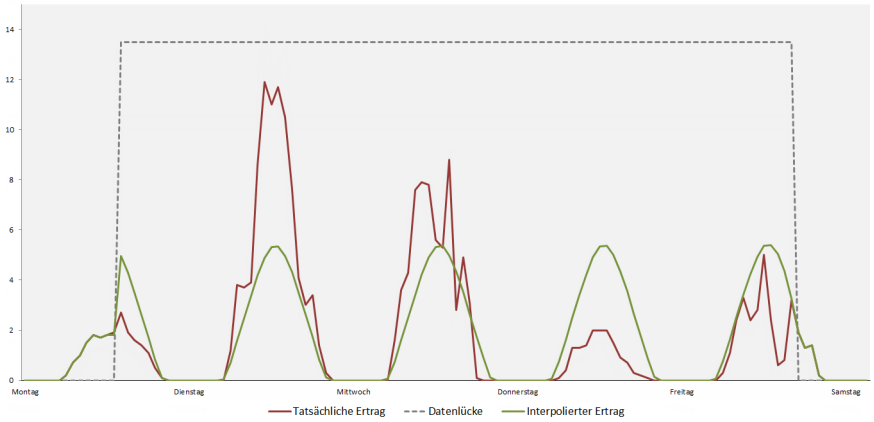


Abb. 7: Interpolation unter Verwendung des Sonnenstandes

Das Bild unten zeigt das Ergebnis einer simulierten Datenunterbrechung. Dadurch kann das Ergebnis des Interpolationprozesses mit der tatsächlich erzeugten Energie verglichen werden.



Die rote Linie zeigt die aktuellen Daten. Das Ergebnis der Interpolation wird grün dargestellt. Die grau gestrichelte Linie zeigt den Zeitraum des simulierten Datenausfalls.

Abb. 8: Interpolation im Vergleich mit tatsächlicher Energieerzeugung

3.2.3 Lineare Interpolation für kurze Lücken

Die lineare Interpolation wird für sehr kurze Lücken, sowie zur Interpolation zwischen zwei identischen oder sehr geringfügig abweichenden Messwerten verwendet.

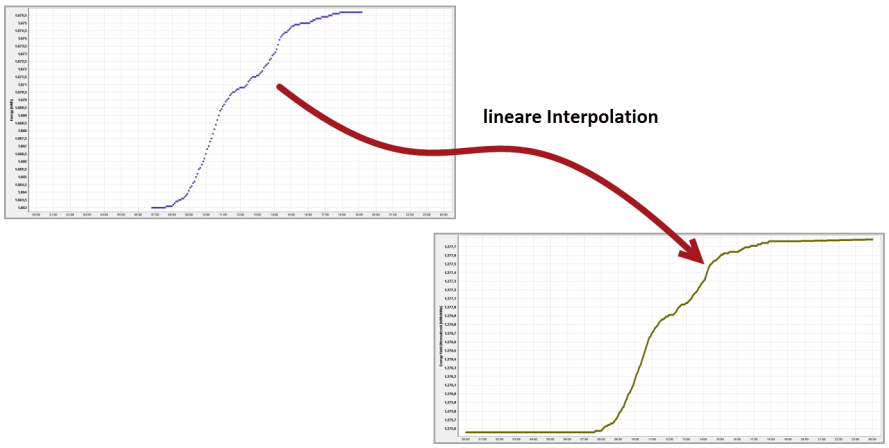
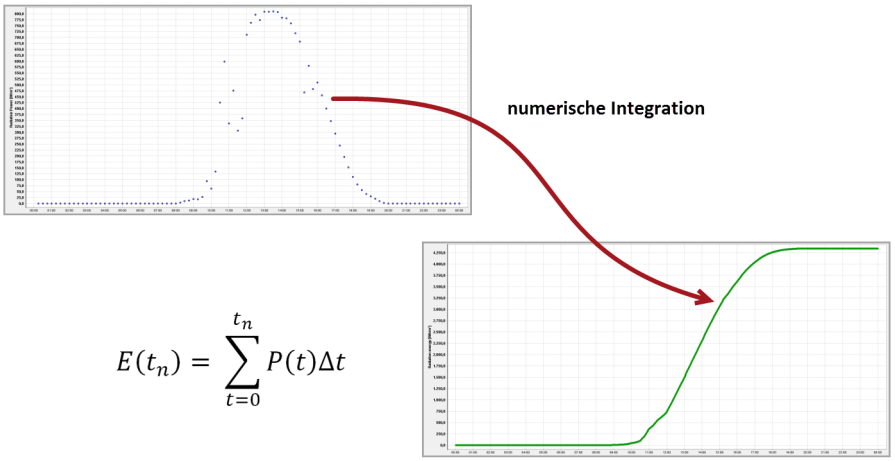


Abb. 9: Lineare Interpolation

3.3 Umrechnung von Leistungs- in Energiespuren durch numerische Integration

Die letzte Form der Energiespurkorrektur wird bei Geräten eingesetzt, die anstatt einer Energiespur nur eine Leistungsspur ausgeben z.B. wie einige Wechselrichtertypen. Die Energiespur muss durch Aufsummieren der Leistungsmesswerte berechnet werden. Bei Datenlücken wird der letzte verfügbare Leistungsmesswert für eine einstellbare Zeit gehalten. Die Leistungsmesswerte werden einer Plausibilitätsprüfung wie in *Abb. 10: Umwandlung einer Leistungs- in eine Energiespur* unterzogen.



$$E(t_n) = \sum_{t=0}^{t_n} P(t)\Delta t$$

Abb. 10: Umwandlung einer Leistungs- in eine Energiespur