Überwachung/Monitoring von Photovoltaikanlagen : Konzept für eine Überwachungseinrichtung zur Ertragssicherung von PV-Anlagen

Autor(en): **D'Souza, Michael / Herzog, Lukas**

Objekttyp: **Article**

Zeitschrift: **Bulletin des Schweizerischen Elektrotechnischen Vereins, des Verbandes Schweizerischer Elektrizitätsunternehmen = Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens, de l'Association des Entreprises électriques suisses**

Band (Jahr): **85 (1994)**

Heft 10

PDF erstellt am: **28.05.2024**

Persistenter Link: https://doi.org/10.5169/seals-902564

Nutzungsbedingungen

Die ETH-Bibliothek ist Anbieterin der digitalisierten Zeitschriften. Sie besitzt keine Urheberrechte an den Inhalten der Zeitschriften. Die Rechte liegen in der Regel bei den Herausgebern.
Die auf der Plattform e-periodica veröffentlichten Dokumente stehen für nicht-kommerzielle Zwecke in Lehre und Forschung sowie für die private Nutzung frei zur Verfügung. Einzelne Dateien oder Ausdrucke aus diesem Angebot können zusammen mit diesen Nutzungsbedingungen und den korrekten Herkunftsbezeichnungen weitergegeben werden.
Das Veröffentlichen von Bildern in Print- und Online-Publikationen ist nur mit vorheriger Genehmigung der Rechteinhaber erlaubt. Die systematische Speicherung von Teilen des elektronischen Angebots auf anderen Servern bedarf ebenfalls des schriftlichen Einverständnisses der Rechteinhaber.

Haftungsausschluss

Alle Angaben erfolgen ohne Gewähr für Vollständigkeit oder Richtigkeit. Es wird keine Haftung übernommen für Schäden durch die Verwendung von Informationen aus diesem Online-Angebot oder durch das Fehlen von Informationen. Dies gilt auch für Inhalte Dritter, die über dieses Angebot zugänglich sind.

Ein Dienst der *ETH-Bibliothek*
ETH Zürich, Rämistrasse 101, 8092 Zürich, Schweiz, www.library.ethz.ch

http://www.e-periodica.ch

Die Autoren beschreiben das Konzept und die Anforderungen an eine Überwachungseinrichtung, die es ermöglicht, den Betrieb einer Photovoltaik (PV)-Anlage automatisch zu überwachen und gegebenenfalls auch kontinuierlich anzuzeigen.

Überwachung/Monitoring von Photovoltaikanlagen

Konzept für eine Überwachungseinrichtung zur Ertragssicherung von PV-Anlagen

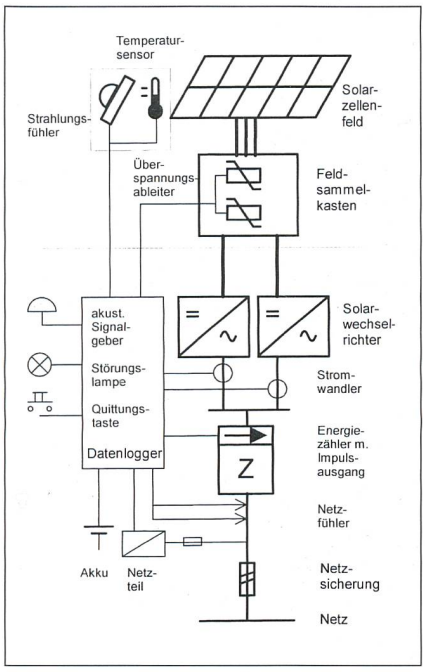


Bild 1 Prinzipschaltbild der Überwachungseinrichtung

Adresse der Autoren:
Michael D'Souza, dipl. El.-Ing. HTL,
Lukas Herzog, dipl. Masch.-Ing. ETH/SIA,
Alteno AG, Markgräflerstrasse 18, 4057 Basel.

■ Michael D'Souza und Lukas Herzog

Viele PV-Anlagen im Netzverbund werden heute von Bund, Kantonen und anderen Institutionen mit festen Beitragsanteilen an die Erstellungskosten unterstützt. In der Offertphase eines Projekts wird einerseits mit unrealistischen Ertragsprognosen operiert, andererseits bei der Qualität der Anlagekomponenten aus Preisgründen gespart. Der tatsächlich erwirtschaftete Ertrag hat keinen Einfluss auf die Höhe der Beiträge und wird (deshalb) selten konsequent gesichert. Dem Zweck der Photovoltaik, nämlich die umweltfreundliche Produktion von möglichst viel elektrischer Energie, dient die heutige Art der Förderung nicht optimal.

Diese Problematik wurde in jüngster Zeit jedoch von verschiedenen Stellen erkannt. Heute werden ertragsabhängige Fördermodelle angebracht, bei denen zum Beispiel Fr. 1.50 je produzierte kWh anstelle von Fr. 4500.– je installiertes kWp ausgerichtet wird. Wir sind der Ansicht, dass so die Effizienz künftig gebauter PV-Anlagen (über die gesamte Lebensdauer) gegenüber dem heutigen Zustand um ein gutes Stück erhöht wird.

Wenn eine PV-Anlage mit 10 kWp Nennleistung und einem kWh-Preis von rund Fr. 1.50 während drei durchschnittlichen Wochen im April unbemerkt stillsteht, so gehen ungefähr 700 kWh Ertrag oder Fr. 1000.– verloren. So gesehen ist eine Investition in der Grössenordnung von etwa Fr. 6000.– für eine Überwachungseinheit durchaus gerechtfertigt. Dies erst recht, wenn in Zukunft der Förderbeitrag in Abhängigkeit des erzielten Energieertrags ausgerichtet wird.

Im praktischen Anlagenbetrieb sind beliebig viel Konstellationen der Betriebsparameter (Einstrahlung, Temperaturen, Netzparameter) möglich. Trotz recht ausgefeilter Wechselrichtersteuerungen und teilstandardisierter Anlagenkonzepte ergeben sich deshalb immer wieder Zustände, die den ordnungsgemässen Betrieb der Anlagen ungünstig beeinflussen. Auch diese Tatsache spricht für den Einsatz einer permanenten Überwachungseinrichtung.

Konzept Überwachungseinrichtung

Unter diesen Aspekten beschreiben wir das Konzept einer Überwachungseinrichtung, die sowohl wichtige Grundanforderungen als auch zusätzlich wünschbare Funktionen dank hoher Flexibilität erfüllen kann.

Das Überwachungssystem muss folgende Hauptaufgaben erfüllen:

- Laufende Kontrolle der produzierten Leistung anhand der Parameter, solare Einstrahlung, Zellentemperatur, eingespeiste Netzleistung: Die Soll-Leistung wird errechnet und mit dem Ist-Wert verglichen
- Überwachung der Netzspannung (Sicherungen)
- Überwachung des Überspannungsschutzes
- Alarmierung des Betreibers bei Störungszuständen: Abweichungen, die einen zulässigen Wert überschreiten und Fehler lösen eine Störungsmeldung aus. Dies ist ein akustischer/optischer Alarm mit Quittiertaste, evtl. potentialfreier Kontakt zur Weiterleitung der Störungsmeldung
- Registrierung der Einstrahlungs- und Produktionszahlen für spätere Auswertung sowie Aufzeichnung eines Störungslogs für einfache Störungssuche

Weitere wichtige Forderungen sind:

- Funktion auch bei Netzausfall (Überbrückung durch Hilfsbatterie/-Akkumulator)

- Unabhängigkeit von der Funktion der Wechselrichter
- Genügend Speicherkapazität für Erhalt der Daten über längere Zeit
- Anschlussmöglichkeit für Fernübertragung der Messwerte und registrierten Daten
- Ausbaubarkeit gemäss Kundenwunsch für Anzeige- und didaktische Zwecke
- grosse Zuverlässigkeit beim Betrieb, Störungsfestigkeit
- gutes Preis-Leistungs-Verhältnis

Für diese Aufgabe eignen sich sogenannte Datenlogger, wie sie vor allem in der Meteorologie und der Klimatechnik angewendet werden. Darunter finden sich Geräte, die universell einsetzbar und dank Programmierung äusserst flexibel sind.

Sensoren

Folgende Sensoren werden für die Erfassung der diversen Parameter verwendet:

Solare Einstrahlung/Zellentemperatur: Ein neuer *Strahlungssensor* der European Solar Test Installation (ESTI) in Ispra liefert von einer zweigeteilten monokristallinen Solarzelle zwei Signale, aus denen sich sowohl die Einstrahlung wie auch die Zellentemperatur bestimmen lässt. Der Sensor wird an einer möglichst repräsentativen Stelle des Modulfeldes montiert.

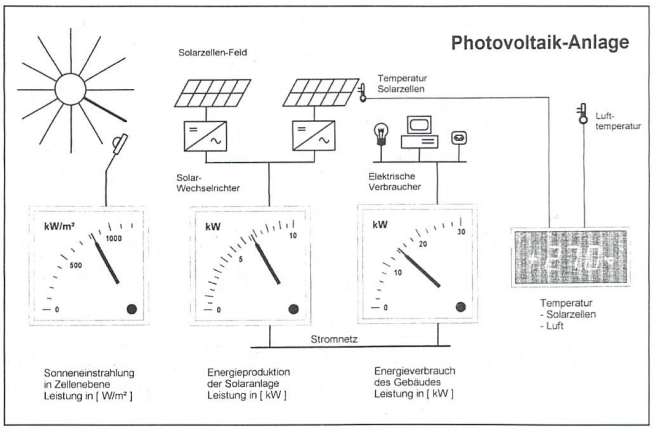
Eingespeiste Netzleistung: Die Leistung kann bei Wechselrichtern, die über den ganzen Lastbereich einen Leistungsfaktor (cos φ) von 1,0 aufweisen, indirekt über den Strom der Phasenleiter bestimmt werden. Dazu eignen sich preiswerte *Strom-Messumformer*. Die Multiplikation mit der durchschnittlichen Netzspannung im Betrieb ergibt die Leistung mit ausreichender Genauigkeit. Bei Thyristor-Wechselrichtern bzw. wo grössere Genauigkeit gefordert wird, müssen die relativ teuren Leistungs-Messumformer verwendet werden.

Netzspannung: Die Netzspannung wird mit *Optokoppler(n)* auf Vorhandensein hin überprüft. Die Netzqualität (Spannung/Frequenz) wird bereits im Wechselrichter überwacht und würde bei zu grossen Abweichungen dessen Ausfall provozieren und so erfassbar werden. Bei nur einer Netzphase kann dieser Parameter einfacher aus dem Vorhandensein der Netzspeisung (über das Netzteil) bezogen werden.

Meldekontakt Überspannungsschutz: Die aus Blitzschutzgründen vorgeschriebenen Überspannungsableiter sind in einer Ausführung mit *Fernmeldekontakt* eingebaut. Beim Ansprechen auf eine Überspannung gibt ein Signal dieses Ereignis über einen separaten Kontakt weiter.

Energieproduktion: Der grösseren Genauigkeit wegen wird die totalisierte Energieproduktion über den Impulskontakt eines *Energiezählers* erfasst. Gegebenenfalls (bei nur einem Wechselrichter) kann die Erfassung der momentan erzeugten Leistung durch den Stromwandler entfallen. Diese wird dann indirekt über die Anzahl der Zählerimpulse pro Zeiteinheit bestimmt.

Bild 2 Schema der Anzeige im Publikumsbereich



Aufbau/Installation

Bild 1 zeigt das Prinzipschaltbild der Überwachungseinrichtung. Am besten wird sie im Elektrotableau untergebracht, das für die Zusammenschaltung der PV-Anlage sowieso notwendig ist.

Der Strahlungssensor wird an der ungünstigsten Stelle des Solarzellenfelds montiert, damit bei Teilbeschattungen keine Fehlalarme provoziert werden. Mit Fehlalarmen ist zu rechnen, wenn sich der Sensor noch voll im Sonnenlicht befindet, während ein grösserer Teil des Felds bereits im Schatten liegt.

Der Signalgeber bzw. die Störungslampe werden an einem Ort montiert, wo sie vom Anlagebetreiber nicht übersehen/überhört wird. Nur so kann bei Störungen rasch eingegriffen werden.

Programmierung des Datenloggers

Datenlogger erfassen die Messwerte von mehreren Kanälen in wählbaren Intervallen im Sekundenbereich. Für die Photovoltaik ist eine Messrate von 2 bis 4 s sinnvoll. Damit sich der Speicherbedarf in Grenzen hält, werden die Messwerte alle 5–10 min als Mittelwert der aufgelaufenen Messungen abgespeichert.

Der Vergleich zwischen Soll- und Ist-Wechselrichterleistung erfolgt anhand der Mittelwerte der Messungen. Diese Prüfung kann nur oberhalb von etwa 20% der Nennleistung erfolgen, da bei kleinerer Leistung infolge starker Wirkungsgradänderung und dem Anfahr- und Abschaltverhalten der Wechselrichter keine eindeutige Aussage möglich ist.

Damit Extremwerte, die sekundenweise auftreten können (Einstrahlung, Leistung) nicht in einem Mittelwert «verloren gehen», werden diese separat registriert.

Detektierte Störungen bei Leistung, Netzspannung und Überspannungsschutz werden in einem Störungslog abgelegt. Beim Service der Anlage liegen sofort aussagekräftige Daten vor. Die Störung, zum Beispiel ein Netzproblem, lässt sich schnell eingrenzen.

Die Ertrags- und Einstrahlungsdaten werden in einem Speicher abgelegt, so dass sie bei unbeaufsichtigtem Betrieb nur einmal jährlich abgelesen werden müssen.

Anzeige-, Auswertungsoptionen

Bei PV-Anlagen, die auf Schulen oder anderen öffentlichen Gebäuden installiert sind, ist es oft wünschenswert, die Funktion der PV-Anlage für das Publikum anschaulich darzustellen. Die beschriebene Überwachungseinrichtung kann die Anzeigewerte ohne grossen zusätzlichen Aufwand bereitstellen, da die meisten interessierenden Messwerte sowieso erfasst sind. Weitere Grössen wie die Lufttemperatur oder etwa zu Vergleichszwecken der Leistungsverbrauch des Gebäudes, auf dem die PV-Anlage steht, lassen sich einfach integrieren. Bild 2 zeigt eine mögliche Variante für die Anzeige im Publikumsbereich.

Da Datenlogger meist eine serielle Schnittstelle haben und eine zugehörige Software die Übertragung der erfassten und registrierten Daten auf PC erlaubt, kann die Auswertung mit gängigen PC-Programmen (Tabellenkalkulation) erfolgen. Die Aufbereitung und Darstellung der Daten kann idealerweise im Schulunterricht durchgeführt werden.

Literatur

[1] *D'Souza, M., Herzog, L.:* Kontrolle der Produktionszahlen von Photovoltaikanlagen. Bulletin SEV/VSE, H. 10 (1993), Zürich.