

# Überwachung und Steuerung mit SIMATIC WinCC in Photovoltaik-Kraftwerken

Photovoltaic Power Plants

Applikationsbeschreibung • September 2011

Applikationen & Tools

Answers for industry.

**SIEMENS**

## **Industry Automation und Drive Technologies Service & Support Portal**

Dieser Beitrag stammt aus dem Internet Serviceportal der Siemens AG, Industry Automation und Drive Technologies. Durch den folgenden Link gelangen Sie direkt zur Downloadseite dieses Dokuments.

<http://support.automation.siemens.com/WW/view/de/53752100>

Bei Fragen zu diesem Beitrag wenden Sie sich bitte über folgende E-Mail-Adresse an uns:

[online-support.automation@siemens.com](mailto:online-support.automation@siemens.com)

# SIEMENS

## SINVERT Überwachung und Steuerung mit SIMATIC WinCC

Einleitung

1

Beobachtung und  
Aufzeichnung

2

Zentrale Überwachung  
und Steuerung

3

Überwachung und Steuer-  
ung mit SIMATIC WinCC

4

Implementierung von  
SIMATIC WinCC

5

Anwendung

6

Zusammenfassung

7

Literaturhinweis

8

Historie

9

## Gewährleistung und Haftung

### Hinweis

Die Applikationsbeispiele sind unverbindlich und erheben keinen Anspruch auf Vollständigkeit hinsichtlich Konfiguration und Ausstattung sowie jeglicher Eventualitäten. Die Applikationsbeispiele stellen keine kundenspezifischen Lösungen dar, sondern sollen lediglich Hilfestellung bieten bei typischen Aufgabenstellungen. Sie sind für den sachgemäßen Betrieb der beschriebenen Produkte selbst verantwortlich. Diese Applikationsbeispiele entheben Sie nicht der Verpflichtung zu sicherem Umgang bei Anwendung, Installation, Betrieb und Wartung. Durch Nutzung dieser Applikationsbeispiele erkennen Sie an, dass wir über die beschriebene Haftungsregelung hinaus nicht für etwaige Schäden haftbar gemacht werden können. Wir behalten uns das Recht vor, Änderungen an diesen Applikationsbeispielen jederzeit ohne Ankündigung durchzuführen. Bei Abweichungen zwischen den Vorschlägen in diesem Applikationsbeispiel und anderen Siemens Publikationen, wie z.B. Katalogen, hat der Inhalt der anderen Dokumentation Vorrang.

Für die in diesem Dokument enthaltenen Informationen übernehmen wir keine Gewähr.

Unsere Haftung, gleich aus welchem Rechtsgrund, für durch die Verwendung der in diesem Applikationsbeispiel beschriebenen Beispiele, Hinweise, Programme, Projektierungs- und Leistungsdaten usw. verursachte Schäden ist ausgeschlossen, soweit nicht z.B. nach dem Produkthaftungsgesetz in Fällen des Vorsatzes, der groben Fahrlässigkeit, wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit, wegen einer Übernahme der Garantie für die Beschaffenheit einer Sache, wegen des arglistigen Verschweigens eines Mangels oder wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten zwingend gehaftet wird. Der Schadensersatz wegen Verletzung wesentlicher Vertragspflichten ist jedoch auf den vertragstypischen, vorhersehbaren Schaden begrenzt, soweit nicht Vorsatz oder grobe Fahrlässigkeit vorliegt oder wegen der Verletzung des Lebens, des Körpers oder der Gesundheit zwingend gehaftet wird. Eine Änderung der Beweislast zu Ihrem Nachteil ist hiermit nicht verbunden.

Weitergabe oder Vervielfältigung dieser Applikationsbeispiele oder Auszüge daraus sind nicht gestattet, soweit nicht ausdrücklich von Siemens Industry Sector zugestanden.

## **Ziel dieser Applikationsschrift**

Diese Applikationsschrift vermittelt, welche Vorteile eine Überwachung und Steuerung in Photovoltaik-Kraftwerken auf der Basis einer WinCC-Visualisierung hat. Es wird gezeigt, mit welchen Maßnahmen und technischen Einrichtungen die Überwachung und Fernbedienung durchgeführt wird, damit sich Störungen zielgerichtet beheben und frühzeitig Wartungsmaßnahmen einleiten lassen. Nur durch den Einsatz einer effizienten Visualisierung ist es möglich, höchste Erträge zu erwirtschaften.

# Inhaltsverzeichnis

<b>Gewährleistung und Haftung</b> .....	<b>4</b>
<b>Ziel dieser Applikationsschrift</b> .....	<b>5</b>
<b>1 Einleitung</b> .....	<b>7</b>
<b>2 Beobachtung und Aufzeichnung</b> .....	<b>10</b>
<b>3 Zentrale Überwachung und Steuerung</b> .....	<b>11</b>
3.1 Anforderungen.....	11
3.2 Anbindung einer zentralen Leitstelle .....	12
3.3 Informationen für Investor, Betreiber und Servicetechniker.....	12
3.4 Vermeidung von Ausfällen und Ertragsminderungen .....	12
<b>4 Überwachung und Steuerung mit SIMATIC WinCC</b> .....	<b>13</b>
4.1 WinCC Client-Server-Architektur .....	13
4.2 Datenbank .....	13
4.3 Grafische Oberfläche am WinCC Client.....	14
4.4 Option WinCC Alarm Control Center .....	15
4.5 Option WinCC DataMonitor.....	16
<b>5 Implementierung von SIMATIC WinCC in PV-Kraftwerken</b> .....	<b>17</b>
5.1 Softwareausstattung.....	17
5.2 PV-Automation Library .....	17
5.3 Hardwarekomponenten.....	17
<b>6 Anwendung: Ertragssteigerung durch kontinuierliche Überwachung</b> .....	<b>20</b>
<b>7 Zusammenfassung</b> .....	<b>21</b>
<b>8 Literaturhinweis</b> .....	<b>22</b>
8.1 Literaturangaben .....	22
8.2 Internet-Link-Angaben.....	22
<b>9 Historie</b> .....	<b>23</b>

# 1 Einleitung

2011 werden weltweit bereits mehr als 200 Photovoltaik-Kraftwerke (PV-Kraftwerke) mit einer Leistung von mehr als 10 MW betrieben. Davon sind allein 26 in Deutschland und 34 in Spanien angesiedelt /1/. Die Anzahl dieser PV-Kraftwerke wird weiter steigen. Auch in den USA gibt es bereits erste PV-Kraftwerke mit bis zu 58 MW Leistung. Hier wurden für die nächsten Jahre über 250 PV-Kraftwerke angekündigt, von denen einige Leistungen bis über 500 MW abgeben sollen /2/. Die größten PV-Kraftwerke findet man augenblicklich in Kanada und Deutschland. Sie leisten bis zu 90 MW.

Leistungsfähige PV-Kraftwerke bestehen aus extrem vielen Komponenten, über deren Anzahl man sich an realen Beispielen ein Bild machen kann. So wurden in dem PV-Kraftwerk in Beneixama in der spanischen Provinz Alicante (Bild 1-1), das 2007 in Betrieb ging und eine Nennleistung von 20 MW hat, allein 200 Siemens Wechselrichter vom Typ SINVERT 100M verbaut. Hinzu kommt der Einsatz von etwa 100.000 Photovoltaik-Modulen auf einer Fläche von 500.000 m<sup>2</sup> /3/.

Bild 1-1 Ansicht des PV-Kraftwerks in Beneixama, Spanien



Ein besonderes Beispiel für die leistungsfähigsten Anlagen ist das PV-Kraftwerk in Copper Mountain, Nevada, das in zwei Stufen realisiert wurde (Bild 1-2). In der ersten Stufe hatte es eine Leistung von 10 MW, die Ende 2010 in der zweiten Stufe auf 58 MW ausgebaut wurde. Damit entstand das augenblicklich (2011) leistungstärkste PV-Kraftwerk in den USA. Hier wurden 96 Wechselrichter vom Typ SINVERT 550M TL verbaut.

Bild 1-2 Ansicht des Copper-Mountain-Solar-PV-Kraftwerks, Nevada /4/



Zukünftige PV-Kraftwerke werden ein Vielfaches der bis 2011 erreichten Leistungen in das Netz einspeisen. In diesen PV-Kraftwerken wird es nicht nur mehr PV-Module sondern auch eine größere Anzahl von leistungsfähigeren Wechselrichtern als in den bisher realisierten Kraftwerken geben. Das Beispiel in Bild 1-3 zeigt die Anlage eines zukünftigen PV-Kraftwerks. Hier sind Reihen von PV-Modulen zu quadratischen Arrays zusammengefasst. In der Mitte von vier Arrays befindet sich je eine Wechselrichterstation.

Auch wenn die Wahrscheinlichkeit einer Störung oder eines Totalausfalls einer Komponente über die Lebensdauer eines PV-Kraftwerks sehr gering ist, ist diese Wahrscheinlichkeit aufgrund der sehr hohen Anzahl von Komponenten in einem PV-Kraftwerk durchaus gegeben.

Bild 1-3 Aufbau eines PV-Kraftwerks in der 100 MW-Klasse und höher



Typische Störungsursachen sind Beschädigungen durch Wettereinflüsse wie Hagelschlag oder Blitzeinschlag. Auch Ungeziefer und Nagetiere können die Ursache für Störungen sein, wenn sie in das System eindringen und Schäden anrichten. Überlastungen im Versorgungsnetz können Leistungsreduzierungen oder sogar Abschaltungen erzwingen. Eine Ertragsminderung ist in diesen Fällen unausweichlich. Jede kleine Störung innerhalb des PV-Kraftwerks kann den Ertrag mindern und schnell zu erheblichen finanziellen Verlusten führen.

Im Vergleich zu den plötzlich auftretenden Störereignissen gibt es auch schleichende Veränderungen durch Alterung und Abnutzung, welche die Leistung mindern. Als Beispiele sei die Verschmutzung der PV-Module durch Staub und die Korrosion von Kontakten in Schaltern und Schützen oder Anschlussdosen der Module genannt, deren Verlustwiderstand mit der Zeit zunimmt. Es gibt auch nichtelektrische Auslöser für schleichende Veränderungen. Verschmutzte Lüfter in den Wechselrichterstationen laufen zum Beispiel langsamer oder fallen schlagartig aus mit der Folge, dass die Temperatur so lange ansteigt, bis es zu einer Abschaltung kommt.

Um frühzeitig über Störungen und schleichende Veränderungen informiert zu sein, ist die Überwachung und Steuerung eines PV-Kraftwerks durch eine zentrale Leitstelle unverzichtbar. Nur so kann der Betreiber Reparaturen und Wartungsmaßnahmen frühzeitig einleiten und dadurch kostspielige Ausfallzeiten vermeiden. Eine zentrale Überwachung und Steuerung ist daher auch ein wesentlicher Bestandteil einer präventiven Wartung.

## 2 Beobachtung und Aufzeichnung

Eine zentrale Rolle bei der Überwachung und Steuerung eines PV-Kraftwerks stellt die Beobachtung und Aufzeichnung elektrischer und nichtelektrischer Größen der PV-Module, der Wechselrichter und der Mittelspannungskomponenten dar.

Eine Überwachung der elektrischen Größen ist für die Fälle erforderlich, in denen Ursachen für Störungen und Ausfälle gesucht werden.

Hierzu gehören die Messung von:

- Gleichströmen an den Eingängen jedes Wechselrichters
- Gleichspannung an den Eingängen jedes Wechselrichters
- Wechselstrom am Ausgang jedes Wechselrichters
- Wechselspannung am Ausgang jedes Wechselrichters
- Leistungsmessung am Ausgang jedes Wechselrichters
- Energiemessung an jedem Wechselrichter

Die Energiemessungen eignen sich zur Bestimmung des Ertrages und der Performance Ratio. Ertragszahlen interessieren besonders den Betreiber und den Investor. Zeitgleich zu den elektrischen Daten werden Messwerte von Strahlungsintensität und Modultemperatur herangezogen, um Korrekturrechnungen für Ertrag und Performance Ratio durchzuführen. Die Korrekturrechnungen sind notwendig, da das intensitäts- und temperaturabhängige Verhalten der PV-Module die Performance Ratio beeinflusst.

Nichtelektrische Ereignisse lassen sich indirekt durch Beobachten und Auswerten der elektrischen Größen erkennen. Ein Sturmschaden beispielsweise kann zu einem Ausfall von Strängen im PV-Kraftwerk führen, sodass der Strangstrom untypische Werte oder den Wert Null annimmt. Ein Sturmschaden lässt sich beispielsweise durch Windmessungen bestätigen, die typischerweise in sehr kurzen Zeitabständen ausgewertet werden, um Windböen zuverlässig zu erfassen. Solche Aufzeichnungen dienen auch als Beweis für die Versicherung.

Glasbrüche können frühzeitig mit einer Messung des Isolationswerts erkannt werden, bei der der elektrische Widerstand zwischen Modul und Erde aufgezeichnet wird.

## 3 Zentrale Überwachung und Steuerung

### 3.1 Anforderungen

Die Anforderungen an die Überwachungs- und Steuerungsanlage richten sich nach der Anzahl der zu messenden Größen und der Messhäufigkeit. Folgendes Beispiel veranschaulicht die minimalen Anforderungen für PV-Kraftwerke mit Wechselrichtern mit vier Gleichstromeingängen:

- Messwerte pro Wechselrichter mit vier Eingängen:
    - 4 Gleichstromwerte
    - 1 Gleichspannungswert
    - 3 Wechselstromwerte
    - 3 Wechselspannungswerte
    - 1 Leistungswert am Eingang
    - + 1 Leistungswert am Ausgang
    - 13 Messwerte pro Wechselrichter
  - für 200 Wechselrichter sind das 2600 Messwerte
  - im Verlauf eines Tages würden bei Messungen im Minutentakt:  
2600 x 24 x 60, d.h. mehr als
- 3,7 Millionen** Messwerte pro Tag anfallen
- Hinzu kommen noch Betriebsmeldungen und Systemmeldungen

Elektrische und nichtelektrische Größen werden periodisch gemessen. Die Häufigkeit der Messung und deren Nachverarbeitung richten sich nach der Anwendung. Für die Überwachung plötzlich eintretender Ereignisse, die zu Schäden am PV-Kraftwerk führen könnten, ist es erforderlich, möglichst häufig zu messen.

Wechselrichter haben eine Schnittstelle, über die Messwerte und Zustände aus dem System gelesen und Systemparameter geschrieben werden können /6/. Die Systemparameter entscheiden über das Verhalten des Wechselrichters. Sie werden abhängig von den Einspeiserichtlinien ländertypisch gesetzt. Im Fall von PV-Kraftwerken mit einer großen Anzahl von gleichartigen Wechselrichtereinheiten werden viele Parameter gleichartig gesetzt, was den Aufwand erheblich vermindert. Über die Schnittstelle können auch alle Messwerte am Ein- und Ausgang des Wechselrichters angefordert werden. Ein Zustandseintrag kann auch Ereignisse wie beispielsweise „Lüfter ausgeschaltet“ beschreiben.

Schleichende Veränderungen lassen sich langfristig durch den Vergleich mit vorangegangenen Messungen in Trend-Kurven erkennen. Mit diesen Kurven lassen sich Verläufe darstellen, die bis zu einigen Jahren zurückreichen. Dafür ist eine Archivierung nötig, welche die Daten über die gesamte Lebensdauer des PV-Kraftwerks umfassen kann.

Für die Aufnahme von Messwerten im Wechselrichter und außerhalb stehen Wandler zur Verfügung, die Ströme und Spannungen zu festgelegten Zeitpunkten in digitale Werte übertragen, die dann als Parameterwerte nutzbar sind.

Eine Überwachungs- und Steuerungsanlage eines PV-Kraftwerks hat im Wesentlichen die Aufgabe, die Schnittstellen mit Schreib- und Lesezugriffen zu adressieren, die aufgenommenen Daten zur Verminderung der Datenmenge zu konzentrieren und die Darstellung auf einer grafischen Oberfläche durchzuführen.

Bild 3-1 stellt die typischen Aufgaben einer Überwachungs- und Steuerungsanlage dar: Neben dem Befüllen der grafischen Benutzeroberfläche mit den aktuellen Werten gehören die Speicherung aller Messwerte, ihre Vorverarbeitung und eine Langzeitauswertung von Trends zu den Aufgaben. Es gibt eine Schnittstelle zum Schreiben und Lesen von Wechselrichterparametern. Da sich PV-Kraftwerke meist in ländlichen Gegenden befinden, sollte das PV-Kraftwerk über eine örtlich entfernte Leitstelle überwacht und aus der Ferne bedient werden können.

Bild 3-1

Aufgaben einer Überwachungs- und Steuerungsanlage



## 3.2 Anbindung einer zentralen Leitstelle

Eine Überwachungs- und Steuerungsanlage wird meist als Client-Server-Architektur angelegt, bei der die Leitstelle mit einem oder mehreren PV-Kraftwerken über Internet (zum Beispiel DSL oder UMTS) verbunden ist.

Bei drahtloser Anbindung besteht die Gefahr von Unterbrechungen, wenn die Verbindung von zu vielen Teilnehmern gleichzeitig genutzt werden. Deshalb muss die Überwachungs- und Steuerungsanlage alle Messwerte und Zustandsmeldungen zwischenspeichern, bis die Verbindung wieder hergestellt werden kann.

## 3.3 Informationen für Investor, Betreiber und Servicetechniker

Die verschiedenen Beteiligten eines PV-Kraftwerkes, zum Beispiel Investoren, Betreiber und Servicetechniker, benötigen unterschiedliche Informationen:

- Den Investor interessiert, ob die Erträge im Rahmen der Erwartungen liegen.
- Der Betreiber eines PV-Kraftwerkes will wissen, ob das Kraftwerk im Rahmen der Spezifikation arbeitet und wie hoch sowohl Ertrag als auch Performance Ratio sind.
- Ein Servicetechniker benötigt Informationen darüber, wo und wann eine Störung oder Unterbrechung aufgetreten ist. Das Archivieren zeitlich protokollierter Messwerte ist hierfür erforderlich.

## 3.4 Vermeidung von Ausfällen und Ertragsminderungen

Bereits eine Stunde Ausfall eines PV-Kraftwerkes mit mehreren MW Leistung führt bei den 2011 üblichen Einspeisevergütungen zu Ertragsausfällen im fünfstelligen Euro Bereich. Deshalb wird sich die Investition in die Ausrüstung für eine professionelle Anlagensvisualisierung sehr schnell amortisieren.

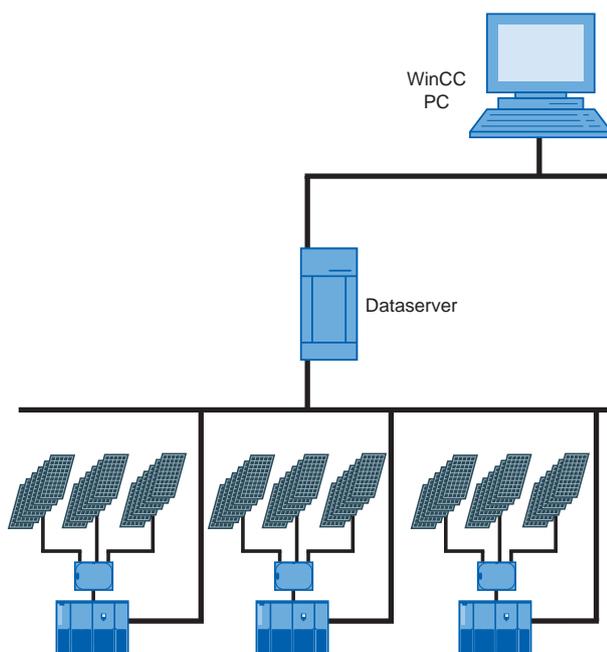
## 4 Überwachung und Steuerung mit SIMATIC WinCC

SIMATIC WinCC ist eine Anlagenvisualisierungs-Software auf der Microsoft Windows Plattform. Diese Software dient der Überwachung und Steuerung von PV-Kraftwerken mit SINVERT-Wechselrichtern und bietet alle in Bild 3-1 gezeigten Funktionen an.

### 4.1 WinCC Client-Server-Architektur

SIMATIC WinCC bietet die Möglichkeit, eine oder mehrere Leitstellen mit einem oder mehreren PV-Kraftwerken zu vernetzen. Der Dataserver ist im PV-Kraftwerk angeordnet, um eine unterbrechungsfreie Datenhaltung sicher zu stellen. Der Dataserver stellt dem WinCC PC in der Leitstelle alle benötigten Daten über eine TCP/IP-Netzwerkverbindung zur Verfügung (Bild 4-1). Das Bedienen und Beobachten kann innerhalb des PV-Kraftwerks lokal oder aus der Entfernung über das Internet erfolgen.

Bild 4-1 WinCC Client - WinCC Server – Architektur für PV-Kraftwerke



### 4.2 Datenbank

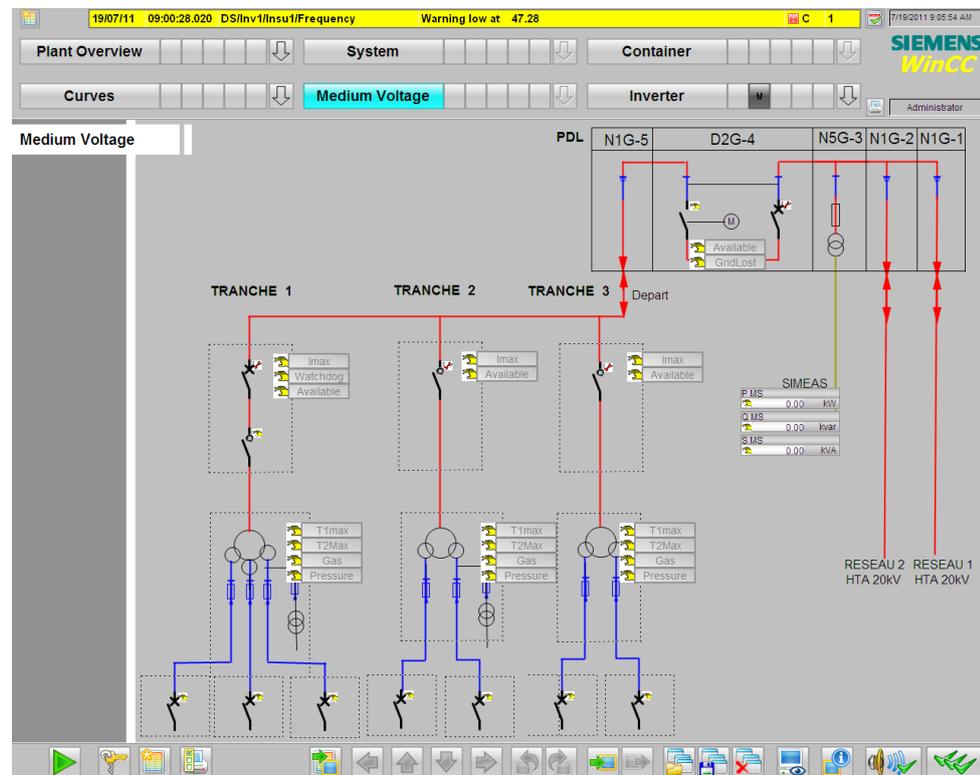
SIMATIC WinCC nutzt eine Microsoft SQL-Server-Datenbank, um Daten auf dem WinCC PC zu archivieren. So stehen Messwerte und Meldungen für Langzeitauswertungen über die gesamte Lebensdauer des PV-Kraftwerks zur Verfügung. Ein WinCC Client greift immer auf die Inhalte in der SQL-Server-Datenbank zu. Dadurch gehen bei einer gelegentlichen Unterbrechung der Verbindung zwischen entfernten Clients und dem WinCC PC keine Daten verloren.

### 4.3 Grafische Oberfläche am WinCC Client

Die grafische Oberfläche am WinCC Client kann vom Projektengineer bei der Errichtung des PV-Kraftwerkes so konfiguriert werden, dass alle Informationen zum Anlagenzustand dargestellt werden.

Bild 4-2 zeigt als Beispiel die graphische Oberfläche mit Informationen über die Mittelspannungskomponenten eines PV-Kraftwerkes mit drei Wechselrichterstationen. In diesem Beispiel können auch andere Themen aufgerufen werden wie beispielsweise Informationen über das Kraftwerk (Plant Overview, System), über die Wechselrichterstationen (Container), über Trendkurven (Curves) und über einzelne Wechselrichter.

Bild 4-2 Beispiel einer Visualisierung der Mittelspannungskomponenten



Für das Bedienen und Beobachten über das Internet wird auf dem WinCC PC ein WebNavigator Server und auf einem beliebigen PC mit einem MS-Windows-Betriebssystem ein WebNavigator Client eingerichtet. Damit wird es möglich, über einen Internet-Browser mit ActiveX-Unterstützung die WinCC-Benutzeroberfläche zu sehen und zu bedienen, ohne dass eine Installation von WinCC-Komponenten auf dem Client-PC erforderlich ist. Die WinCC Anlagensvisualisierungs-Software bietet neben der Grundkonfiguration zusätzliche Optionen, um den Funktionsumfang zu erweitern. Hierzu gehören das Alarm Control Center und der DataMonitor.

## 4.4 Option WinCC Alarm Control Center

WinCC bietet optional das Alarm Control Center (ACC), welches im Stör- oder Ereignisfall vorkonfigurierte Nachrichten aussendet. Es können Meldelisten erstellt werden, in denen festgelegt wird, wer bei welchem Ereignis informiert wird. Reagiert der Informierte nicht innerhalb eines festgelegten Zeitintervalls, können weitere Personen oder Institutionen informiert werden. Die Information kann wahlweise über e-Mail oder SMS erfolgen. Bild 4-3 zeigt als Beispiel eine typische Liste von Störungsmeldungen am WinCC Client.

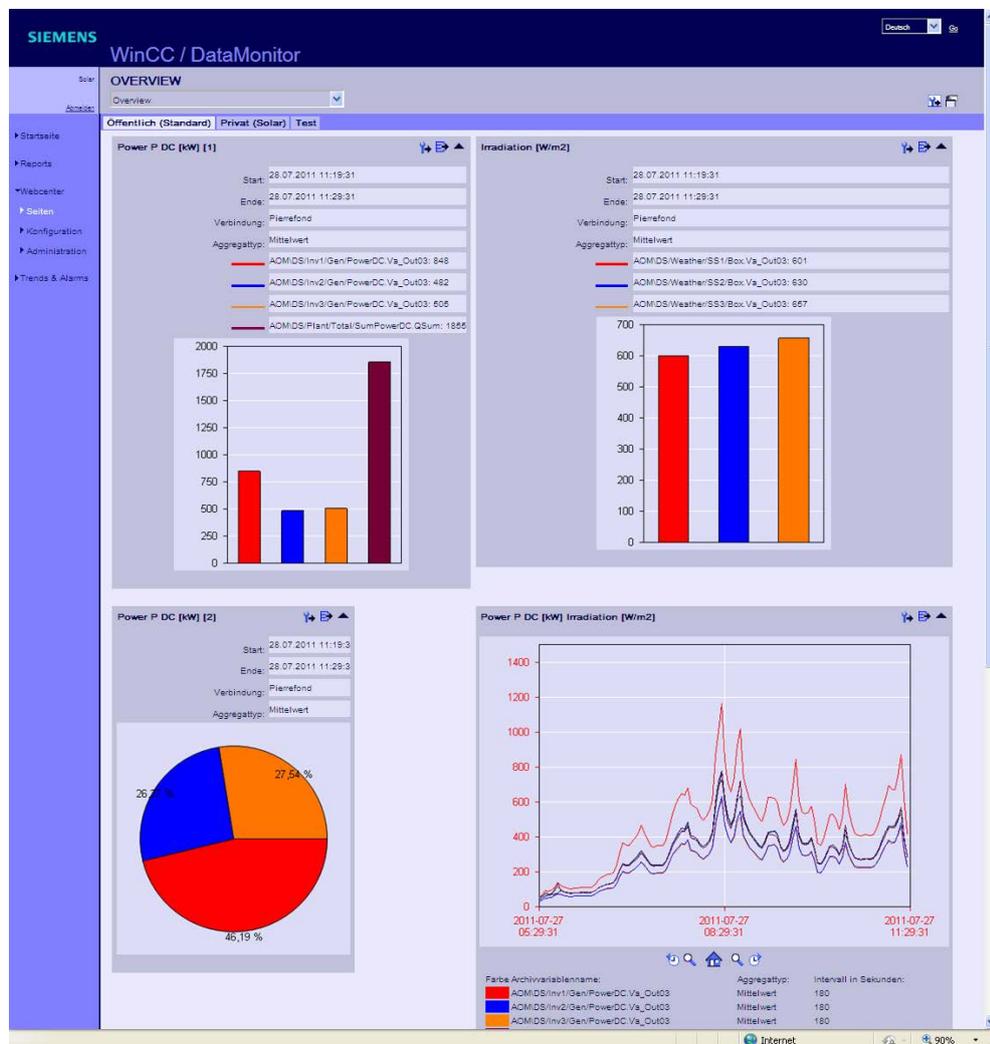
Bild 4-3 Liste der Störungsmeldungen

Date	TIME	Source	Event	Status	ACC Prio	Type
26/05/11	10:04:03.458	DSIMVIComPut	Communication Fault No:??	C	??	Failure
26/05/11	10:04:57.911	WINCCPC	Connection error to device OS-SERVER.	C		Failure
26/05/11	10:04:58.020		LBMRT:WINCCPC:Tag @WinAC does not exist	C		Process co
26/05/11	10:05:06.739		USERT:WINCCPC:Invalid loginname/password	C		Process co
26/05/11	10:05:07.317		USERT:WINCCPC:Invalid loginname/password	C		Process co
26/05/11	10:05:17.067		WCCRT:WINCCPC:Connection Lifebest connected	C		Process co
26/05/11	10:05:19.834	WINCCPC	Connection to device OS-SERVER has been established	C		Failure
26/05/11	10:05:44.000		SSM:WINCCPC:The project drive is more than 81% full	C		Process co
26/05/11	10:07:00.989		CSIG:WINCCPC:The group display hierarchy has not b	C		Process co
26/05/11	00:15:01.036		AM:WINCCPC:Backup:Error on writing to backup path	C		Process co
26/05/11	14:02:13.395		USERT:WINCCPC:Manual login	C		Process co
26/05/11	14:22:41.067		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:27:51.177		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:34:17.177		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:35:14.145		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:40:02.286		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:40:48.708		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:41:20.614		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:42:52.708		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:42:54.645		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:43:21.020		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:44:35.755		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:45:55.239	WINCCPC	Connection DS not established	C		Failure
26/05/11	14:46:16.099		WCCRT:WINCCPC:Connection DS connected	C		Process co
26/05/11	14:46:16.785	DSIMVIComPut	Communication Fault No:??	Ackr	??	Failure
26/05/11	14:46:16.786	DSIMVIComPut	Communication Fault No:??	C	??	Failure
26/05/11	14:48:24.833		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	14:51:38.708		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	14:52:41.489		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC disconnected (us	C		Process co
26/05/11	15:02:25.786		WEBRT:WINCCPC:WebClient WINCCPC connected (us	C		Process co
26/05/11	15:54:46.618	DSIMVIComPut	Communication Fault No:0	QS	0	Failure
27/05/11	07:33:44.568	DSIMVIComPut	Communication Fault No:??	C	??	Failure
27/05/11	07:34:08.099	WINCCPC	Connection error to device OS-SERVER.	C		Failure
27/05/11	07:34:08.099		LBMRT:WINCCPC:Tag @WinAC does not exist	C		Process co
27/05/11	07:34:18.052		USERT:WINCCPC:Invalid loginname/password	C		Process co
27/05/11	07:34:19.063		USERT:WINCCPC:Invalid loginname/password	C		Process co

## 4.5 Option WinCC DataMonitor

Der optionale WinCC DataMonitor (Bild 4-4) stellt eine Sammlung von Werkzeugen für die interaktive Anzeige und Analyse von aktuellen Prozesszuständen, historischen Daten und Meldungen aus der WinCC Datenbank zur Verfügung. Diese Werkzeuge helfen das PV-Kraftwerk zu analysieren und dessen Leistungsfähigkeit zu dokumentieren. Über die Process Screens Funktion lassen sich WinCC Anlagenbilder mit dem Microsoft Internet Explorer darstellen. Das Protokollierwerkzeug stellt Meldungen und aktuelle oder archivierte Prozesswerte in einer CSV-Datei zur Verfügung. So können weitere Auswertungen mit anderen Softwarewerkzeugen wie zum Beispiel Microsoft Excel oder MATLAB erfolgen. Das zentrale WebCenter Informationsportal automatisiert Druckaufträge aus WinCC Berichten und vorbereiteten Excel Workbooks. Der Benutzer kann in einer WebCenter-Seite eigene Bildschirmansichten konfigurieren und speichern.

Bild 4-4 WinCC DataMonitor Benutzeroberfläche



## 5 Implementierung von SIMATIC WinCC in PV-Kraftwerken

Alle benötigten Software- und Hardwarekomponenten für eine Implementierung von SIMATIC WinCC in PV-Kraftwerken werden im Folgenden beschrieben.

### 5.1 Softwareausstattung

Für den WinCC PC wird folgende Software-Ausstattung benötigt:

- Betriebssystem  
Microsoft Windows 2003 Server oder  
Microsoft Windows XP SP3 oder  
Microsoft Windows 7
- Microsoft Internet Explorer Version 6 SP 2 (oder neuer) mit ActiveX-Unterstützung
- Bei Verbindung zum WinCC Server über Internet  
WinCC WebNavigator-Client
- Optional:  
WinCC DataMonitor-Client und  
Microsoft Excel oder Microsoft Excel Workbook Wizard  
(als Teil von Office 2003 oder Office 2007)

### 5.2 PV-Automation Library

Die PV-Automation Library (PV-AL) ist eine Bibliothek mit vorkonfigurierten Komponenten für die Anwendung von SIMATIC WinCC in PV-Kraftwerken.

Die vorgegebenen Funktionsbausteine sind zum Steuern, Regeln und Visualisieren der Vorgänge in PV-Kraftwerken vorbereitet. Jeder bedien- und beobachtbaren Funktion wird ein entsprechendes Grafiksymbol und gegebenenfalls ein detailliertes Bedienbild im Visualisierungsteil zugeordnet. Der Programmierer kann Anpassungen durch eine intuitive und grafisch gestützte Projektierung durchführen.

### 5.3 Hardwarekomponenten

Für PV-Kraftwerke in jeder Größe werden aus den SIMATIC- und SINVERT-Produktfamilien passende Hardwarekomponenten angeboten. Aus der SINVERT Produktfamilie gibt es die SINVERT PVS ComBox 100, die SINVERT PVS ComBox 200, die SINVERT PVS ControlBox 300 und die SINVERT PVS WeatherStation 200.

Die ComBox 100 erfüllt im Wesentlichen die Funktion eines SCALANCE Switch um ein Lichtwellenleiternetz an ein drahtgebundenes Ethernet anzubinden.

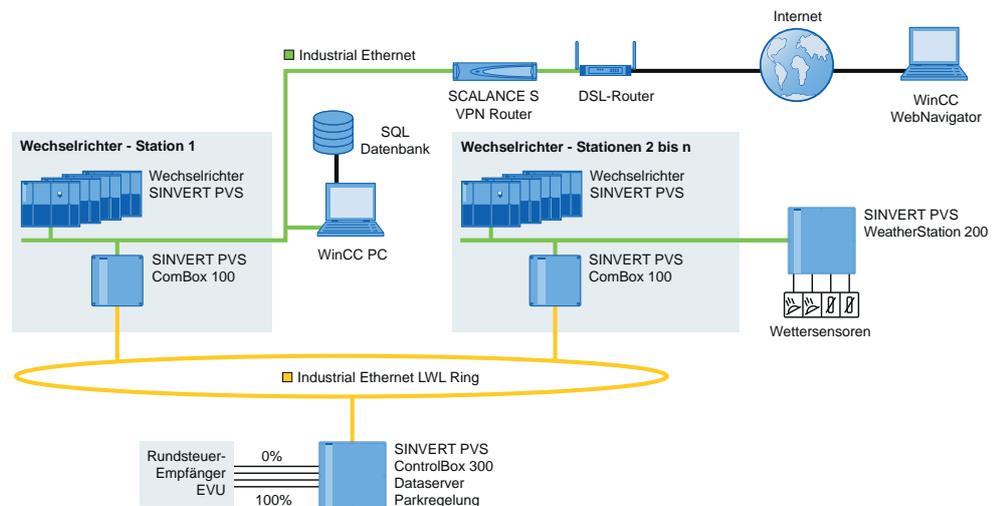
Die ComBox 200 und ControlBox 300 enthalten je eine Microbox SIMATIC IPC427C. Diese ist ein für Steuerungsaufgaben ausgelegter PC, der die Datenschnittstelle zu WinCC und den Wechselrichtern und eine Schnittstelle zu weiteren Systemboxen (zum Beispiel Wetterstation) bereitstellt.

Zusätzlich führt die ControlBox 300 auch die Parkregelung (Regelung der Wirk- und Blindleistung) durch. Um die Information über die einzuhaltenden Leistungswerte vom Energieversorgungsunternehmen auszuwerten, hat die ControlBox 300 noch eine besondere Schnittstelle für Rundsteuerempfänger.

Mithilfe der SINVERT PVS WeatherStation 200 lassen sich Messwerte von Wettersensoren (zum Beispiel für Strahlungsintensität, Modul- und Umgebungstemperatur) aufnehmen und über eine Profinet-Schnittstelle abfragen.

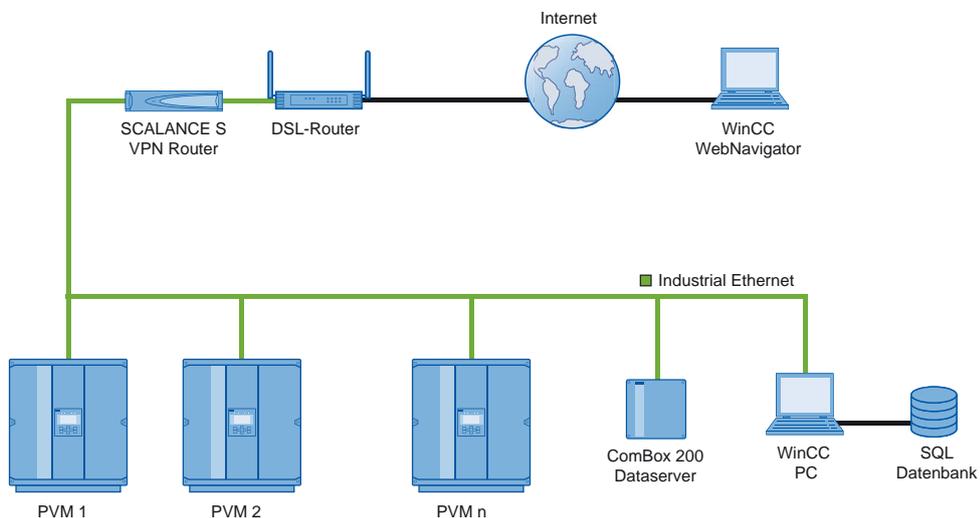
Bild 5-1 zeigt die typische Architektur eines PV-Kraftwerkes mit mehreren Wechselrichterstationen mit jeweils bis zu vier SINVERT PVS Wechselrichtern. Die Wechselrichterstationen sind über Lichtwellenleiter (LWL) miteinander verbunden. In den Wechselrichterstationen wird eine ComBox 100 zur Anbindung des LWL an die lokalen Industrial Ethernet Verbindungen eingesetzt. Die ControlBox 300 übernimmt die Rolle des Dataservers und der Parkregelung für das PV-Kraftwerk. Das Energieversorgungsunternehmen (EVU) stellt über eine Schnittstelle (zum Beispiel Rundsteuerempfänger) einzuhaltende Leistungswerte der ControlBox 300 zur Verfügung. Die Art der Übertragung der Leistungswerte und der Schnittstelle richtet sich nach dem jeweiligen EVU. Von hier erfolgt auch der Zugriff auf die SINVERT PVS Parameterschnittstellen in den Wechselrichterstationen /6/. Diese Schnittstellen ermöglichen das Lesen und Schreiben von den Parametern der einzelnen SINVERT PVS Wechselrichter. Hiermit werden Zustände und Messwerte aus den PVS-Wechselrichtern gelesen. Durch das Beschreiben bestimmter Parameter werden die Wechselrichter in engen Grenzen auch aus der Ferne eingestellt. Es werden etwa 300 Parameter durch eine Nummer im Wertebereich von 30000 bis 65535 adressiert. Über die WeatherStation 200 werden Wetterdaten aufgenommen. Ein WinCC PC übernimmt die Rolle des WinCC Servers. Dieser ist über das Internet mit dem WinCC WebNavigator in der Leitstelle verbunden.

Bild 5-1 Komponenten für die Überwachung und Fernbedienung mit SIMATIC WinCC und Parkregelung in einem PV-Kraftwerk mit SINVERT PVS Wechselrichtern



Als zweites Beispiel mit einer WinCC-Anlagensvisualisierung zeigt Bild 5-2 die typische Architektur eines kleineren PV-Kraftwerkes mit mehreren SINVERT PVM Wechselrichtern. Auch hier übernimmt eine ComBox 200 die Rolle eines Dataservers.

Bild 5-2 Komponenten für die Überwachung und Fernbedienung mit SIMATIC WinCC in einem PV-Kraftwerk mit SINVERT PVM Wechselrichtern



## 6 Anwendung: Ertragssteigerung durch kontinuierliche Überwachung

Das Beispiel eines 1 MW PV-Kraftwerks auf den Dächern des Messegeländes in München zeigt, wie eine seit mehr als zehn Jahren kontinuierlich durchgeführte Überwachung Entscheidungen begründete, die zu einer Ertragssteigerung führten. Das PV-Kraftwerk wurde 1997 als erstes seiner Art mit Zentralwechselrichtern weltweit errichtet und seit Beginn mithilfe von SIMATIC WinCC überwacht. Als charakteristische Größe wurde die Performance Ratio bestimmt. Mit dem 1 MW PV-Kraftwerk wurden Werte um 80% und darüber erzielt.

In den ersten Jahren lief das PV-Kraftwerk ohne nennenswerte Zwischenfälle. 2005 fiel im Gleichstromeingang der Wechselrichter ein Schalter aus, der nicht sofort ausgetauscht wurde. Daher konnte die Anlage nur mit 11/12 der Nennleistung betrieben werden. Die Performance Ratio fiel unter 73%. 2006 wurden schließlich neue Schalter montiert und der Gleichstromeingang überholt. Danach wurden vom Betreiber die Wechselrichter überlastet, um die erwarteten Leistungsspitzen zu nutzen. Dabei traten bis zu 1175 kW Spitzenleistung auf. Allerdings fielen die Halbleiter in den Leistungseinheiten der Wechselrichter regelmäßig aus. Das PV-Kraftwerk musste für den Austausch vollständig abgeschaltet werden. Wegen der weiterhin zu erwartenden hohen Spitzenleistung wurde entschieden, die ursprünglichen Wechselrichter durch leistungsfähigere Wechselrichter zu ersetzen, um die Nennleistung auf 1.2 MW zu steigern. Mitte 2007 wurden die Leistungseinheiten der Wechselrichter durch leistungsfähigere Typen ersetzt. Bis Ende 2008 wurde die Leistung des Wechselrichters durch Softwareparametrierung auf 1 MW abgeregelt, um einen Vergleich mit der Vorgängerinstallation zu erhalten. Erst zum Jahreswechsel 2009 wurde die Leistung auf 1,2 MW gesteigert. Erst jetzt stieg die Performance Ratio um drei Prozentpunkte an, von denen zwei auf die Leistungssteigerung zurückzuführen sind. 2010 sank die Performance Ratio aufgrund von starkem Schneefall am Anfang und Ende des Jahres.

Dieses Beispiel zeigt, dass nur eine Beobachtung über lange Zeiträume die fundierte Grundlage für Entscheidungen über technische Veränderungen in einem PV-Kraftwerk bietet. Dies ist mit der hohen Leistungsfähigkeit einer WinCC-Anlagensvisualisierung möglich.

## 7 Zusammenfassung

Eine fortlaufende Überwachung und Steuerung von großen PV-Kraftwerken ist die Voraussetzung für gleichbleibend hohe Erträge und somit für einen wirtschaftlichen Erfolg. Nur das frühzeitige Erkennen von Störungen und schleichender Abnutzung ermöglicht es, schnell für Abhilfe zu sorgen und Ertragsminderungen zu beheben und Ertragsausfälle zu vermeiden. Für die Überwachung und Fernbedienung von PV-Kraftwerken bietet Siemens besonders vorbereitete Hardware- und Softwarekomponenten an. Diese Komponenten sind ein solides Werkzeug, um den Zustand und den Energiefluss im PV-Kraftwerk mit höchster Transparenz darzustellen und die Bedienung von einer entfernten Leitstelle zu ermöglichen.

## 8 Literaturhinweis

### 8.1 Literaturangaben

Diese Liste ist keinesfalls vollständig und spiegelt nur eine Auswahl an geeigneter Literatur wider.

Tabelle 8-1

	<b>Titel</b>
/1/	Map of Largest Operating European PV Plant Locations, <a href="http://www.pv-insider.com/map.pdf">http://www.pv-insider.com/map.pdf</a>
/2/	Utility-Scale Solar Projects in the United States Operating, Under Construction, or Under Development, Solar Energy Industries Association, Updated May 17, 2011, <a href="http://www.seia.org/galleries/pdf/Major%20Solar%20Projects.pdf">http://www.seia.org/galleries/pdf/Major%20Solar%20Projects.pdf</a>
/3/	R. Hug, "Solarstrom für 12000 Haushalte: Weltgrößtes Photovoltaik-Kraftwerk steht im spanischen Beneixama" 2007, <a href="http://www.solarserver.de/solarmagazin/anlageaugust2007.html">http://www.solarserver.de/solarmagazin/anlageaugust2007.html</a>
/4/	First Solar Photo Library, The file download is approved for public use when displayed with the embedded credits. First Solar, Inc., Tempe, AZ, USA, <a href="http://www.firstsolar.com/de/photo_library.php">http://www.firstsolar.com/de/photo_library.php</a>
/5/	Copper Mountain Solar, the Largest Photovoltaic Solar Plant in the U.S., Solarthermal Magazine, <a href="http://www.solarthermalmagazine.com/2011/03/19/copper-mountain-solar-the-largest-photovoltaic-solar-plant-in-the-u-s/">http://www.solarthermalmagazine.com/2011/03/19/copper-mountain-solar-the-largest-photovoltaic-solar-plant-in-the-u-s/</a>
/6/	SINVERT PVS Parameterschnittstelle, Listenhandbuch, Siemens AG, Jan 2011
/7/	SIMATIC WinCC im Totally Integrated Automation Portal - Flexibilität in allen HMI-Applikationen – vom Basic Panel bis zur Anlagensvisualisierung Broschüre April 2011
/8/	PV-Automation Library – Projektierungsleitfaden, Siemens AG, März 2011

### 8.2 Internet-Link-Angaben

Diese Liste ist keinesfalls vollständig und spiegelt nur eine Auswahl an geeigneten Informationen wider.

Tabelle 8-2

	<b>Themengebiet</b>	<b>Titel</b>
\1\	Weitere Informationen	<a href="http://www.siemens.de/sinvert">www.siemens.de/sinvert</a>

## 9 Historie

Tabelle 9-1

Version	Datum	Änderung
V1.0	10.08.2011	Erste Ausgabe