



PHOTOVOLTAIK



PHOTOVOLTAICS



Photovoltaik / *Photovoltaics*



Die Photovoltaik ist ein innovatives Feld im Bereich der Erzeugung von elektrischer Energie. Die Anforderungen an die notwendigen Betriebsmittel für die Absicherung und Überwachung der Qualität des eingespeisten Stromes steigen stetig.

JEAN MÜLLER ist Ihr starker Partner auch auf diesem Feld. Sicherungen, Schaltgeräte und Gehäuse werden kontinuierlich im Rahmen des technologischen Fortschritts weiterentwickelt.

Die Vielfaltigkeit der vorhandenen Produkte erlaubt es Anlagenplanern, mittels des vorliegenden Kataloges die Verteilung, überwachte Einspeisung und die Absicherung der DC- sowie der AC-Seite zu planen. Es stehen Schaltgeräte und entsprechende Sicherungen bis maximal DC1200V zur Verfügung, genauso wie die geforderte frei zugängliche Netz-trennstelle.

Photovoltaics is an innovative field in the generation of electrical energy. The demands on the equipment necessary to ensure and monitor the quality of the supplied current are constantly increasing.

JEAN MÜLLER is your ideal partner in this field. Fuses, switchgears and casings are constantly being further developed in the process of technological progress.

The wide variety of products available allows plant designers to use this catalogue to plan the distribution, monitored feeding and protection of both the DC- and AC-sides. Switchgears and appropriate fuses up to a maximum of DC1200V are available, as well as the required freely accessible grid disconnection point.

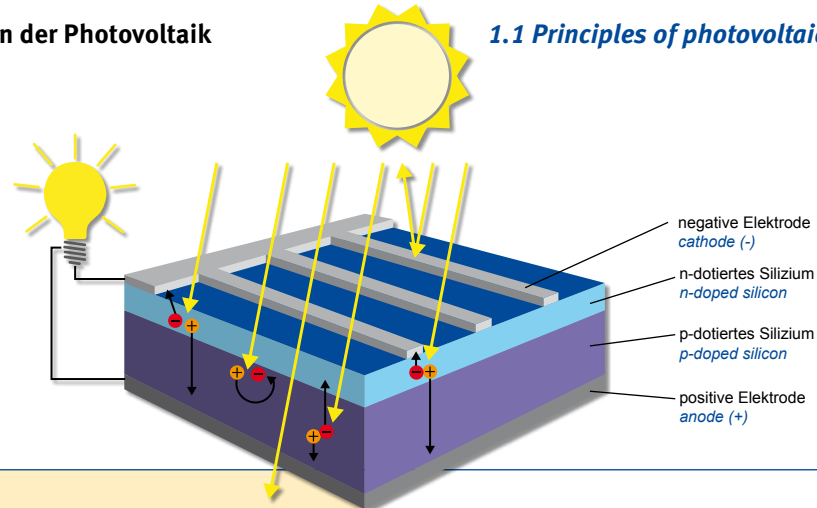
Inhalt

Contents

Seite			Page
P	Vorwort Photovoltaik	<i>Preface photovoltaics</i>	<i>P</i>
DC	DC-Verteilungs- und -Absicherungskomponenten	<i>DC distribution- and protection components</i>	<i>DC</i>
AC	AC-Verteilungs- und -Absicherungskomponenten	<i>AC distribution- and protection components</i>	<i>AC</i>
SK	Systemkomponenten	<i>System components</i>	<i>SK</i>
Z	Anhang	<i>Appendix</i>	<i>Z</i>

1.1 Grundlagen der Photovoltaik

1.1 Principles of photovoltaics



Dieser Produktkatalog gibt nach einer kurzen Einführung eine Übersicht der DC-Produkte die direkt nach PV-Modulen installiert werden, führt dann weiter zur AC-seitigen Netztrennstelle und Netzeinspeiseschränken. Anschließend werden im Bereich Systemkomponenten die Produkte zusammengefasst, die im Bereich der Photovoltaik zum Einsatz kommen wie z.B. Sicherungen, Schaltgeräte und Leerschränke.

Die auf der Erdoberfläche nutzbare Sonnenenergie beträgt etwa die 10.000-fache Menge der Energie, die heute auf der Erde global verbraucht wird. Diese Energie kann durch Anwendungen wie Photovoltaik oder Solarthermie nutzbar gemacht werden.

Die Intensität der Sonneneinstrahlung hängt von mehreren Faktoren ab. Durch die unterschiedliche Absorption, Reflexion und Streuung, resultierend aus Einflussgrößen wie zum Beispiel Sonnenstand, Sonnenhöhenwinkel und Wolken ergeben sich für Deutschland Mittelwerte der Sonnenenergieeinstrahlung über 1 Jahr von ca. 1040W pro m². Je nach Wirkungsgrad der Solarzelle erhält man aus diesen Randbedingungen die Ertragswerte der Solarmodule und der Solaranlage.

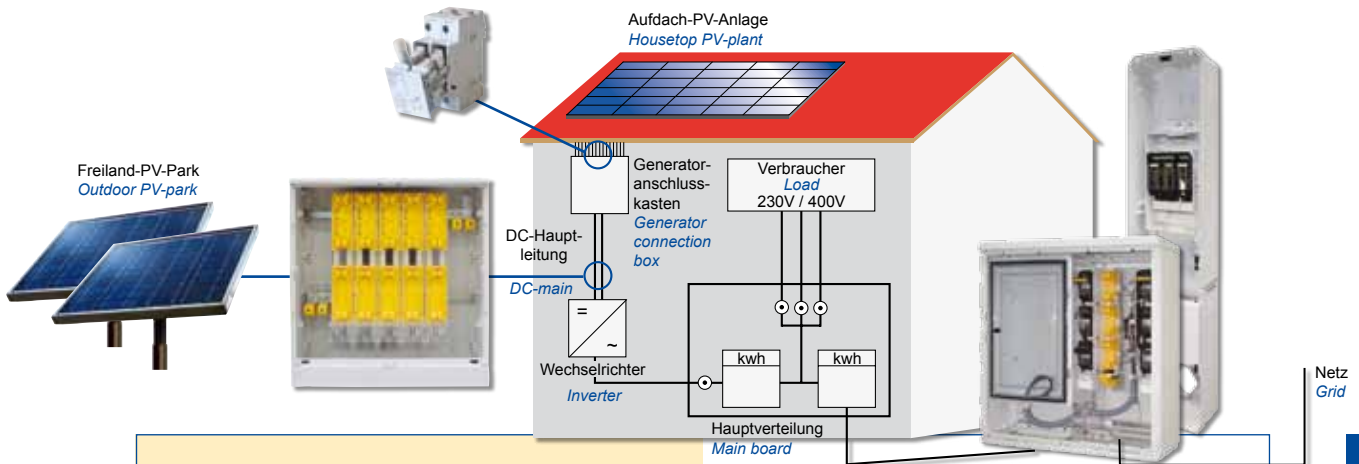
Eine kristalline Silizium-Solarzelle besteht aus einer positiv und einer negativ geladenen Schicht. Dafür sind bei der Herstellung gezielt Fremdatome in das Kristallgitter des Siliziums eingebracht - dotiert - worden. Die dem Sonnenlicht zugewandte Schicht der Solarzelle ist mit Phosphor negativ geladen (n-dotiert), die darunter liegende Schicht ist mit Bor positiv dotiert (p-dotiert). An der Grenzschicht des Überganges von der n-Schicht zur p-Schicht (n-p-Übergang) entsteht eine Raumladungszone.

After a short introduction, this product catalogue gives an overview of the DC products which can be installed directly together with the PV modules, before continuing to deal with the AC-side grid disconnection point and grid feeding cabinets. In the System Components section, the products used in the photovoltaics field are then summarised, including fuses, switchgears and unequipped cabinets.

The useable solar energy which hits the Earth's surface is around 10,000 times more than the amount of energy used today throughout the world. This energy can be converted to practical use by applying techniques such as photovoltaics and solar thermal energy.

The intensity of the sun's rays depends on several factors. The different levels of absorption, reflection and distribution which result from factors such as the position of the sun, the solar angle and clouds give an average value for the sun's energy supply over Germany during a year of around 1040 W per m². The efficiency of the solar cell is combined with these environmental conditions to give the production capacities of the solar module and the solar installation.

A crystalline silicon solar cell consists of a positively and a negatively charged layer. During its manufacture, impurity atoms are deliberately introduced – doped – into the crystal lattice of the silicon. The layer of the solar cell which faces the sunlight is negatively loaded with phosphorus (n-doped) and the layer below it is positively doped with boron (p-doped). A space-charge region is formed on the boundary layer between the n-layer and p-layer (n-p transition).



Die Zelle verhält sich zunächst nach außen hin elektrisch neutral. Trifft jedoch Licht auf die Solarzellen, werden Elektronen aus Ihrer Bindung geschlagen und über das innere elektrische Feld hin zur Oberfläche transportiert, während sich auf der Unterseite gleichzeitig positiv geladene „Löcher“ bilden. Dazwischen baut sich eine Spannung von 0,6V auf. Um einer Solarzelle Strom zu entnehmen, werden Metallkontakte aufgebracht und elektrisch verbunden.

Diese Prinzip kann in nahezu unendlicher Vielfalt durchgeführt werden und Gleichstrom erzeugen, indem diese Zellen miteinander verkoppelt werden.

The cell is initially electrically neutral towards the external environment. However, when light hits the solar cells, electrons are released from their bonds and transported to the surface via the internal electrical field. At the same time, positively charged “holes” form on the underside. A current flow of 0.6V occurs between the two. In order to extract the electricity from a solar cell, metal contacts are applied to it and connected electrically.

This principle can be used in an almost endless variety of ways to generate a direct current by joining such cells together.

Vorwort
Photovoltaic
Preface
Photovoltaics

DC-Anwendungen
DC applications

AC-Anwendungen
AC applications

System-
komponenten
System
components

Anhang
Appendix

1.2 Aufbau photovoltaischer Anlagen

1.2 Design of photovoltaic plants



1: Solarzellen werden in einem Modul zusammengesaltet. Diese PV-Module werden in Reihe und/oder parallel geschaltet, um die entsprechende Spannung bzw. den entsprechenden Strom zu erhalten.

2: Mehrere in Serie geschaltete PV-Module (String) werden häufig parallel zusammengeschlossen, um höhere Ströme zu erreichen. Im Falle eines Fehlers (Kurzschluss) speisen die benachbarten parallelen Stränge in den fehlerhaften Strang. Dabei kann es zu deutlich höheren Summenströmen als dem zulässigen Rückstrom kommen. Hier bieten JEAN MÜLLER-Zylindersicherungen für Photovoltaik Anwendungen einen zuverlässigen Schutz der Anlage.

3: Beim Zusammenführen mehrerer PV-Felder kommt es zu noch höheren Summenströmen, die den Einsatz von JEAN MÜLLER NH-Sicherungseinsätzen sinnvoll machen. Diese sind in der Betriebsklasse gPV bis DC1100V nach dem aktuellen Normentwurf IEC 60269-6 verfügbar und bieten den erforderlichen Schutz.

4: Zylindersicherungstrenner und NH-Unterteile zur Aufnahme der Sicherungseinsätze müssen den hohen Anforderungen der PV-Applikation in Bezug auf Betriebsspannung > DC1000V und Wechselstromanwendungen entsprechen.

JEAN MÜLLER bietet für die Aufnahme der Sicherungseinsätze die entsprechenden Geräte. Besonders hervorzuheben ist die NH-Sicherungsleiste für das standardisierte 185mm-Sammelschienensystem, wobei bei der Gleichstromanwendung auf die mittlere Sammelschiene verzichtet wird. Mit dieser Lösung wird der Aufbau der Verteilung effizient und platzsparend mit bekannter und bewährter Technik realisiert.

1: Solar cells are connected together in a module. These PV modules are connected in parallel and/or in series in order to achieve the appropriate voltage or current.

2: Several PV modules (strings) connected in series are often linked in parallel in order to achieve higher currents. In the case of a fault (short circuit), the neighbouring parallel strings feed into the faulty string. This can cause a significantly higher total current than the permissible reverse current. In such cases, JEAN MÜLLER cylindrical fuses offer reliable equipment protection for photovoltaic applications.

3: Combining several PV panels leads to even higher total currents, and a sensible precaution is provided by the use of JEAN MÜLLER NH fuse links. These are available in the utilization category gPV up to DC1100V in accordance with the current draft standard IEC 60269-6, and provide the necessary protection.

4: Cylinder fuse disconnectors and NH bases for the mounting of fuse links must fulfil the strict requirements of the PV application in relation to operating voltages > DC1000V and AC applications.

JEAN MÜLLER provides the appropriate equipment for the mounting of fuse links. Particular attention is drawn to the NH strip-fuseways for the standardised 185mm busbar system, which dispenses with the DC application on the middle busbar. This solution allows the distribution structure to be established in an efficient and space-saving way using familiar tried-and-tested technology.



5: Ein Wechselrichter wandelt den in der PV-Anlage generierten Gleichstrom zur Einspeisung in Wechselstrom bzw. Drehstrom. Anlagen $\leq 4,6$ kW speisen in der Regel mit Wechselstrom ein.

6: Für die Sammlung von mehreren PV-Stromkreisen kommen Kabelverteiler und Klemmstellen zum Einsatz.

JEAN MÜLLER liefert erprobte Klemmtechnik für Kupfer- oder Aluminiumkabel bis zu Querschnitten von 400mm^2 , optimiert für geringen Spannungsfall und hohe Kurzschlussfestigkeit.

7: Netzeinspeiseschränke bilden die Schnittstelle zwischen privater/gewerblicher Stromgenerierung und dem öffentlichen Versorgungsnetz. Diese Schränke beinhalten nach den Vorgaben des jeweiligen Netzbetreibers die erforderlichen Komponenten für Einspeisung, den Messteil zu Abrechnungszwecken, die Überwachung und Netztrennung (zwingend erforderlich ab Einspeiseleistung $> 30\text{kVA}$). Je nach Höhe der eingespeisten Leistung sind unterschiedliche Netzüberwachungskomponenten erforderlich und werden von JEAN MÜLLER vorgesehen.

8: Für die Vorderung des Energieversorgers nach einer jederzeit zugänglichen Schaltstelle mit Trennfunktion bietet JEAN MÜLLER einen anschlussfertigen Kabelverteilerschrank mit 4 poligem Lasttrennschalter mit voreilend schließenden Kontakten.

5: An inverter transforms the direct current generated in the PV system into an alternating current feeder. Rotating current systems ≤ 4.6 kW generally feed in with alternating current.

6: Cable distributors and clamping points are used for the collection of the supply from multiple PV circuits.

JEAN MÜLLER provides proven clamping techniques for copper and aluminium cables up to a cross section of 400mm^2 , optimised for low voltage drops and high resistance to short circuits.

7: Grid feeding cabinets form the interface between private/commercial power generation and the public supply network. In accordance with the individual network provider's specifications, these cabinets contain the components necessary for feed-in, the measuring device for billing purposes, monitoring and network separation (essential from a feeding power of $> 30\text{kVA}$). Depending on the amount of electricity supplied, different grid monitoring components are required and these are provided by JEAN MÜLLER.

8: If the energy provider demands a switching station with a permanently-accessible isolating function, JEAN MÜLLER offers a ready-to-connect cable distribution cabinet with a 4-pole load disconnect switch whose contacts close in advance.



1.3 Absicherungsaufgaben auf der DC-Seite

Die Notwendigkeit von Überstromschutz innerhalb einer Photovoltaik-Anlage ergibt sich aus den auftretenden Fehlerströmen und der Konfiguration der Anlage. Bestimmte Fehlerarten, wie die Teilverschattung von Modulen haben keine Fehlerströme zur Folge, die durch Überstromschutzelemente abgeschaltet werden können. PV-Module können maximal mit Ihrem Kurzschlussstrom I_{SC} , der nur geringfügig über dem Nennstrom I_{MPP} liegt, zu einem Fehlerstrom beitragen. Bei Anlagen mit nur einem einzelnen oder zwei parallelen Strängen liegen diese Fehlerströme somit noch unter der maximalen Rückstromfestigkeit der Module, was eine Absicherung gegen Überströme überflüssig macht.

Erst bei Parallelschaltung von drei oder mehr Strängen überschreiten durch Kurz- oder Erdschlüsse verursachte Fehlerströme die begrenzte Rückstromfähigkeit der Module (ca. $2 \dots 2,6 I_{SC,MOD}$). Die Absicherung der einzelnen Stränge erfolgt hier bevorzugt mit JEAN MÜLLER Zylindersicherungen der Betriebsklasse gPV. Bei Anlagen, die ohne einen geerdeten Pol betrieben werden, ist je ein Sicherungselement in beiden Polen vorzusehen. Bei größeren Anlagen, die aus mehreren Teilgeneratoren bestehen, kommen JEAN MÜLLER NH-Sicherungseinsätze für Photovoltaik-Anlagen als Summensicherungen zum Einsatz.

Sicherungseinsätze der Betriebsklasse gPV sind speziell dafür entwickelt, Photovoltaik-Anlagen zu schützen. Neben der Auslegung auf die benötigten hohen Gleichspannungen sind sie optimiert auf die Abschaltung von kleinen Überströmen und ihr Ausschaltbereich ist speziell auf die Rückstromfestigkeit der PV-Module abgestimmt. Übliche Leitungsschutz-Sicherungen sind für die Fehlerströme in PV-Anlagen nicht geeignet, Teilbereichssicherungen sind auf Grund der ausschließlich zu erwartenden niedrigen Kurzschlussströme auf keinen Fall einzusetzen. Sicherungen für Photovoltaik-Anwendungen setzen die Beachtung von besonderen Auslegungsregeln voraus, diese sind im Anhang dieses Katalogs gesondert aufgeführt.

1.3 Safety provisions on the DC-side

Depending on the occurrence of faulty currents, and on the configuration of the system, overcurrent protection may be necessary within a photovoltaic system. Certain types of fault, such as the partial switching of modules, do not produce faulty currents which can be cut off by overcurrent protection elements. In the worst case, PV modules can only contribute to faulty currents with their short circuit current I_{SC} , which is only slightly above the rated current I_{MPP} . In systems with only one or two parallel strings, these fault currents are therefore still below the module's maximum permissible reverse current, making protection against overcurrent unnecessary.

It is only when three or more strings are connected in parallel that the faulty currents caused by short circuits or earthing leakage exceed the module's limited resistance to reverse current (around $2 - 2.6 I_{SC,MOD}$). The best way to protect the individual strings is to use JEAN MÜLLER cylindrical fuses of utilization category gPV. For systems which are operated without an earthed pole, a fuse element should be provided for each pole. In larger systems which consist of multiple sub-generator arrays, JEAN MÜLLER NH fuse links for photovoltaic systems can be used as array protection.

Fuse links of utilization category gPV have been developed especially to protect photovoltaic systems. As well as being designed for the high direct currents needed, they are optimised for breaking small overcurrents and their breaking range is especially tailored to the PV modules' resistance to reverse current. Commonly-used line protection fuses are not suitable for faulty currents in PV systems. Partial range fuses should never be used, since only low short circuit currents are to be expected. Fuses for photovoltaic applications require the observance of particular design rules, which are explained separately in the appendix to this catalogue.



1.4 Absicherungsaufgaben auf der AC-Seite

Die Anforderungen entsprechen denen der Kabelverteilerschränke in öffentlichen Energieverteilernetzen. JEAN MÜLLER als einer der führenden Lieferanten und Partner der Energieversorger bietet auch in diesem Sektor eine breite akzeptierte Palette von Lösungen, welche in die PV-Anlagen eingeflossen sind.

1.4 Safety provisions on the AC-side

The requirements conform to those of the cable distribution cabinets in public energy grids. As one of the leading suppliers and partners of energy providers, JEAN MÜLLER also offers a widely-accepted range of solutions in this sector, which are integrated into the PV systems.

Vorwort
Photovoltaic
Preface
Photovoltaics

DC-Anwendungen
DC applications

AC-Anwendungen
AC applications

System-
komponenten
System
components

Anhang
Appendix



1.5 Netzüberwachung ENS durch BISI ersetzt

Bei Photovoltaikanlagen und anderen dezentralen Energieerzeugern am öffentlichen Netz müssen lt. DIN VDE 0126-1-1: 2006-02 (Vornorm) integrierte und/oder separate Freischaltstellen installiert sein. Diese schalten die Anlage vom Netz, um z.B. Wartungsarbeiten zuzulassen und einen Inselbetrieb zu verhindern.

ENS: Einrichtung zur Netzüberwachung mit zugeordnetem allpoligem Schalter in Reihe

BISI: Bidirektionale Sicherheitsschnittstelle
Die ENS war nach DIN VDE 0126-1-1: 1999-04 spezifiziert und arbeitet nach dem Prinzip Netzimpedanzmessung und konnte sich nicht international durchsetzen. Die BISI ersetzt nun die ENS aufgrund der etwas liberaleren Norm „Selbststättige Schaltstelle zwischen einer netzparallelen Eigenerzeugungsanlage und dem öffentlichen Niederspannungsnetz“. Hier ist die dreiphasige Netzspannungsüberwachung zulässig. Die Frequenzen sind auf 47,5 bis 50,2Hz erweitert worden, welches die Kompatibilität mit der EN 50160 verbessert (Spannungsqualität im Niederspannungsnetz)

Die Begrenzung der Anwendbarkeit auf Leistungen größer 4,6kVA ist aufgehoben worden. Jeder dezentrale Energieerzeuger benötigt nun eine Netzüberwachung BISI.

Bedeutung für die Praxis

Ist die BISI im Wechselrichter integriert, kann die Netzüberwachung im Einspeiseschrank entfallen, jedoch bietet eine Netzüberwachung die Vorteile, dass ein Inselbetrieb mehrerer nachrangig parallel angeschlossener Wechselrichter wirksam verhindert werden kann und die relevanten Grenzwerte zentral eingestellt werden können. Auch kann dies in Abhängigkeit der Gesamtanlagenplanung und der Anforderungen des Netzbetreibers notwendig sein, häufig ab einer Einspeiseleistung > 30kVA.

1.5 ENS Network Monitoring replaced by BISI

In photovoltaic systems and other decentralised energy generators connected to the public grid, it is necessary in accordance with the prestandard DIN VDE 0126-1-1: 2006-02 for integrated and/or separate disconnection points to be installed. These disconnect the system from the network, for example to allow maintenance work and avoid isolated operation.

ENS: Network monitoring facility with designated all-pole switch in series

BISI: Bi-directional safety interface

The ENS was specified in accordance with DIN VDE 0126-1-1: 1999-04 and works according to the principle of network impedance measurement. It did not become accepted internationally. The BISI has now replaced the ENS, thanks to the rather more liberal requirement for an “automatic disconnection device between a parallel-connected energy generation system and the public low-voltage grid”. Three-phase grid monitoring is permitted here. The frequencies have been extended to between 47.5 and 50.2Hz, which improves compatibility with EN 50160 (voltage quality in the low-voltage network).

The applicability is no longer limited to capacities larger than 4.6kVA. Every decentralised energy generator now requires BISI network monitoring.

Practical Implications

If BISI is integrated in the inverter, network monitoring in the feed-in cabinet is no longer necessary, although network monitoring has the advantage that an isolated operation of multiple inverters connected successively in parallel can be effectively prevented and the relevant limit values can be set centrally. This may also be necessary depending on the planning of the system as a whole and the requirements of the network provider, often from a feeding power > 30kVA.



1.6 Zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion

Gem. VDN Ergänzung 2 zur VDEW-Richtlinie Eigenenerzeugungsanlagen am Niederspannungsnetz ist oberhalb einer Anlagenleistung von 30KVA immer eine jederzeit zugängliche Schaltstelle mit Trennfunktion erforderlich. Dieser Forderung entsprechen JEAN MÜLLER-Netztrennstellen und -Einspeiseschränke.

1.6 Accessible Switching Station with Isolating Function

In accordance with VDN Supplement 2 to the VDEW Directive, Private Power Generation Systems on the Low Voltage Network, a permanently-accessible switching station with isolating function is required above a system performance of 30kVA. JEAN MÜLLER grid disconnection points and feed cabinets conform to this requirement.

Vorwort
Photovoltaic
Preface
Photovoltaics

DC-Anwendungen
DC applications

AC-Anwendungen
AC applications

System-
komponenten
System
components

Anhang
Appendix