

# Neue Anschlusstechnik für Modulwechselrichter

**HÖHERE PACKUNGSDICHTE** Kostenersparnis ist das Gebot der Stunde in der Photovoltaik. Die Logistik – und insbesondere die Packungsdichte der PV-Module – wird dabei immer wichtiger. PV-Module mit integriertem Wechselrichter profitieren hier besonders von einem neuen, flachen AC-Anschlussystem.



## AUF EINEN BLICK

**GUT BEI TEILVERSCHATTUNG** Bei teilverschatteten PV-Anlagen tragen Modulwechselrichter zur Erhöhung der Ausbeute bei

**MIT ANLAGENÜBERWACHUNG** Durch den Einsatz von Modulwechselrichtern ist die Anlagenüberwachung integriert

**SCHLANKER AUFBAU** Dem Trend hin zu schlankeren PV-Modulen folgen auch die zugehörigen Systemkomponenten



Umso höher die Packungsdichte der Photovoltaikmodule beim Transport ausfällt, desto geringer sind die Transportzuschläge. Nicht nur aus diesem Grund werden die Module immer schlanker. Als vor ungefähr fünf Jahren die ersten Module für Belastungen von 5400 Pa durch erhöhte Wind- und Schneelasten beworben wurden, lagen die durchschnittlichen Rahmenhöhen noch bei etwa 45 mm – bezogen auf ein marktübliches Standardmodul mit 60 Zellen sowie circa 1000 mm Breite und 1650 mm Länge.

Heute betragen die Rahmenhöhen für die gleiche Modulkategorie im Durchschnitt etwa

35 ... 40 mm bei einer Auslegung für die gleiche Belastung. Auch darin wird deutlich, dass sich die Photovoltaik durchaus weiterentwickelt hat. War ein Rahmen früher nur ein Aluminiumprofil, so ist es heute ein ausgeklügeltes und statisch gut designtes Bauelement.

## Gefahr durch Gleichspannungs-Lichtbögen

Die herkömmliche PV-Anlage basiert auf dem String-Prinzip: Ein String entsteht durch in Reihe geschaltete PV-Module. Je nach Größe des PV-Systems werden anschließend der oder die Strings der Anlage zum String-Wechselrichter geführt. Dieser wandelt den Gleichstrom der PV-Module in netzkonformen Wechselstrom um.

Durch die Reihenschaltung der Module addieren sich deren Einzelspannungen, und so kann je nach Anlagengröße bis zu 1000 V und neuerdings auch 1500 V Gleichspannung entstehen. Höhere Systemspannungen erfordern zugleich auch extreme Vorsicht bei der Installation der Anlage, denn mit steigender Gleichspannung steigt auch die Gefahr von Lichtbögen. Anders als bei Wechselspannungs-Lichtbögen sind Gleichspannungs-Lichtbögen nicht selbstlöschend. Besonders häufig tritt dieses Phänomen auf, wenn vermeintlich kompatible Steckverbinder unterschiedlicher Hersteller miteinander



## INFOS

### Fachbeiträge zum Thema

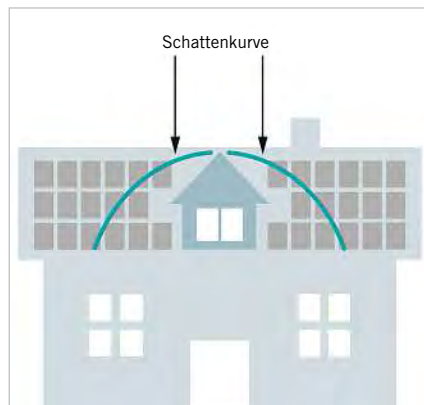
Die Kleinen mit den großen Vorteilen  
»de« 18.2013 → S. 41

1. Wahl für 2.-Wahl-Dächer  
pv-praxis.de 1.2013 → S. 20



## LINKS

www.phoenixcontact.de



**Bild 1:** Sind Verschattungen bereits beim Bau der PV-Anlage absehbar, können Modulwechselrichter die Erträge der Anlage deutlich erhöhen

verbunden werden. Und es tritt auch dann häufig auf, wenn Steckverbinder mit dem falschen Werkzeug wie etwa einer Kombizange anstatt mit dem vom Hersteller freigegebenen Crimpwerkzeug an die Leitungen gecrimpt werden. Steckverbindungen, die nicht fest sitzen, die nicht gasdicht vercrimpt sind und die generell nicht aufeinander abgestimmt sind, können sich früher oder später lösen und somit einen nicht selbstlöschenden Lichtbogen ziehen, der im schlimmsten Fall zu einem Brand führt.

Anders als ihre »größeren Brüder« arbeiten Modulwechselrichter nicht nach dem String-Prinzip. Sie sind von ihrer Leistungsfähigkeit her für ein oder maximal zwei PV-Module mit einer Leistung von derzeit bis zu 500 W ausgelegt. Die maximale Gleichspannung ist daher lediglich so hoch wie die Spannung der einzelnen Module. Am Beispiel des oben beschriebenen Standardmoduls mit 60 Zellen wären das in etwa 40 V.

## Anlagenüberwachung integriert

Ein weiterer Vorteil der Modulwechselrichter liegt in der Anlagenüberwachung. Da jedes PV-Modul über einen eigenen Wechselrichter verfügt, kann auch die Leistungsüberwachung für jedes einzelne Modul einfach umgesetzt werden. Module mit Minderleistung oder Defekten lassen sich daher leichter identifizieren. Der dritte – und nicht minder wichtige – Vorteil der Modulwechselrichter im Vergleich zu den String-Wechselrichtern liegt im MPP-Tracking (MPP, Maximum-Power-Point).

Bei String-Wechselrichtern erfolgt das MPP-Tracking auf Basis der Leistungsdaten des gesamten Strings – also aller in Reihe verschalteten Module. Dieser String ist vergleichbar mit einer Kette, die nur so stark ist wie ihr schwächstes Glied. Ist nun eines der Module im String deutlich schwächer als die anderen, so reduziert sich der Gesamtertrag der Anlage erheblich. Dies ist besonders

dann der Fall, wenn die Anlage permanent oder wiederkehrend etwa durch Bäume oder Gauben teilverschattet ist.

Beim Modulwechselrichter wird jedes einzelne Modul, egal ob zeitweise teilverschattet oder nicht, immer im optimalen Arbeitspunkt betrieben. Mehrerträge des Gesamtsystems von bis zu 20 % können durch den gezielten Einsatz von Modulwechselrichter- im Vergleich zu String-Wechselrichter-Architekturen erzielt werden (**Bild 1**).

Bei Modulwechselrichtern unterscheidet man zwei Hauptgruppen: die vollintegrierten

Modulwechselrichter sowie die nachrüstbaren oder Add-on-Geräte. Ein vollintegrierter Modulwechselrichter ist bereits bei der Anlieferung am PV-Modul installiert. Teilweise ersetzen diese Geräte sogar heute schon die Modulanschlussdose – Gleichspannungsleitungen und -steckverbinder werden dann nicht mehr benötigt. In der Regel erfolgt die Befestigung der vollintegrierten Modulwechselrichter heute allerdings noch auf der Rückseite des Modulrahmens. Add-on-Geräte werden hingegen getrennt vom Modul und meistens vor dessen Installation auf dem Dach am



**Bild 3:** Blick auf die Stirnseite eines PV-Moduls: »Sunclix micon« baut nicht höher als 20 mm und lässt sich in bestehende Modulfertigungen integrieren, ohne dass der Abstand der Module auf der Palette angepasst werden muss



**Bild 2:** Je flacher die Schnittstellen wie Anschlussdose, Modulwechselrichter und Steckverbindungen auf der Rückseite des PV-Moduls sind, desto mehr Module können auf einer Palette gestapelt werden



**Bild 4:** »Sunclix micon« umfasst robuste Steckverbinder für den Außeneinsatz, Staubschutzkappen, IP-Schutzkappen sowie ein Entriegelungswerkzeug

Montagesystem befestigt. Hier wird das PV-Modul erst bei der Montage auf dem Dach mit dem Modulwechselrichter verbunden.

## Schlanker Rahmen – schlanker Modulwechselrichter

Dass die PV-Module in den letzten Jahren immer »schlanker« wurden, ist besonders für Module mit vollintegrierten Modulwechselrichtern eine Herausforderung. Denn zu große Steckverbinder wirken einer möglichst hohen Packungsdichte entgegen. Dies hemmt die Modulhersteller, auch Module mit integriertem Modulwechselrichter zu produzieren, da steigende Kosten – besonders im Bereich Logistik – die Wettbewerbsfähigkeit beeinträchtigen. Ziel ist es, durch die Einbringung des Modulwechselrichters in die Modulfertigung das Verpackungsvolumen nicht zu erhöhen (**Bild 2**).

Die meisten marktgängigen Steckverbinder für die Wechselspannungsseite von PV-Modulen sind allerdings rund, nur vereinzelt kommen rechteckige Steckgesichter vor. Alle

derzeit erhältlichen Systeme – ob rund oder eckig – haben allerdings eines gemeinsam: im Durchschnitt sind sie höher als 25 mm. Der Grund liegt auf der Hand: Drei oder mehr Leiter auf engem Raum zu organisieren, Strombelastbarkeiten bis zu 20A oder gar 30A zu ermöglichen, dabei das Material nicht zu überhitzen und zudem die benötigten Luft- und Kriechstrecken einzuhalten – das erfordert viel Know-how. Phoenix Contact ist es gelungen, einen rechteckigen Steckverbinder zu entwickeln, dessen Bauhöhe nur 20 mm beträgt und der sich somit auf der Rückseite der PV-Module verstauen lässt (**Bild 3**).

»Sunclix micon« basiert auf den Komponenten der Familie »Sunclix«. Unterschieden wird beim neuen AC-Steckverbinder zwischen Varianten mit nordamerikanischer und europäischer Zulassung sowie einem dreipoligen und einem vierpoligen Steckgesicht. Eine Codierung im Steckgesicht verhindert das ungewollte Verpolen und Vermischen der Varianten. Je nach Wechselrichtertyp kann der Anschluss nach dem klassischen Trunk-Drop- oder nach dem Daisy-Chain-Prinzip erfolgen. Der wesentliche Unterschied besteht dann in der Art der AC-Verschaltung. Bei einem Trunk-Drop-System wird der wesentliche Strom über die Trunk-Leitung geführt. Diese fungiert quasi als AC-Power-Bus. Über die Drop-Leitung – eine Zuleitung mit geringerem Querschnitt – wird der Modulwechselrichter dann mit der Trunk-Line verbunden. Beim Daisy-Chain-Prinzip gibt es keine Drop-Leitung – die Trunk-Line wird durch die Wechselrichter durchgeschleift.

Eine Besonderheit der Trunk-Drop-Variante von Sunclix micon besteht darin, dass die

Drop-Line nicht in die Trunk-Line gesteckt, sondern die Verbindung in einem der beiden Trunk-Stecker umgesetzt wird. So wird die Trunk-Leitung nicht unterbrochen, was unnötige Übergangswiderstände verhindert.

Der robuste Verriegelungsmechanismus der Steckverbinder verhindert ein unbeabsichtigtes Lösen der Verbindungen. Das beabsichtigte Lösen erfolgt bequem mit dem speziellen Entriegelungswerkzeug. Es wird auf die gesteckte Verbindung aufgesetzt und fällt nach dem Trennen der Steckverbinder nicht ab – es verbleibt auf dem Gehäuse der Stiftseite (**Bild 4**).

## Fazit

Sunclix micon ist trotz der hohen Leistung kompakt. Mit 20 mm Bauhöhe werden die Rechtecksteckverbinder einfach im Rahmen der PV-Module verstaut. Ob bei der Palettierung in der Modulfertigung oder bei der Installation auf dem Dach – der Rechtecksteckverbinder verschwindet hinter dem Rahmen und steht nicht über. Hochwertige Materialien sorgen für verlustarme Leistungsübertragung und für eine auf lange Sicht hohe Qualität der Verbindung.



## AUTOR

**Andreas Beck**  
Produktmarketing Pluscon solar,  
Field Device Connectors,  
Phoenix Contact GmbH & Co. KG,  
Blomberg