



# Die neue VDE-Anwendungsregel (VDE-AR-N 4105)



*Fünfte überarbeitete Auflage, Juli 2012*

---

*Der Großteil der PV-Leistung in Deutschland  
ist auf Niederspannungsebene installiert*

---

*Für den weiteren Ausbau der PV ist eine Beteiligung  
am Netzmanagement auch auf Niederspannungsebene  
erforderlich*

---

*Lösung: Die neue „Niederspannungsrichtlinie“  
(VDE-Anwendungsregel-N 4105)*

---

*Seit 1. Januar 2012 für alle Neuanlagen verbindlich*

# NEUE REGELN FÜR EINE BESSERE NETZINTEGRATION

Die Gesamtleistung der PV-Anlagen in Deutschland wächst und wächst: Seit September 2011 speisen bereits Solaranlagen mit mehr als 20 Gigawatt Spitzenleistung ins Verbundnetz – das entspricht der Nettoleistung von mehr als dreizehn konventionellen Kraftwerksblöcken.

Der größte Teil davon stammt aus kleinen und mittleren PV-Anlagen, die im Niederspannungsnetz angeschlossen sind – also auf der untersten Ebene des Verbundnetzes. Für den weiteren Ausbau der Photovoltaik ist die problemlose Integration zusätzlicher PV-Leistung in diese Netzebene daher besonders wichtig. Die Lösung: Der Einsatz intelligenter Wechselrichter und die bewusste Einbindung der PV-Anlagen in die Netzsteuerung, verbunden mit entsprechend geänderten Anschlussregeln. Denn unter diesen Bedingungen leisten PV-Anlagen sogar einen wichtigen Beitrag zur Netzstabilität.

Das VDE-Forum „Netztechnik/Netzbetrieb (FNN) hat daher die auf Niederspannungsebene gültigen Anschlussregeln grundlegend überarbeitet. Das Ergebnis ist die neue VDE-Anwendungsregel (korrekte Bezeichnung: VDE-AR-N 4105), die der BDEW-Mittelspannungsrichtlinie in vielen Punkten ähnelt. In Kraft getreten ist sie bereits am 1. August 2011, es gab jedoch einen Übergangszeitraum bis zum Ende des Jahres. Seit dem 1. Januar 2012 muss aber jede neu installierte PV-Anlage der Anwendungsregel 4105 entsprechen.

Als Technologieführer im Bereich der PV-Systemtechnik hat sich SMA von Beginn an für das Thema Netzintegration engagiert – nicht zuletzt durch die Mitarbeit in den entsprechenden Gremien und Arbeitsgruppen. Dieses Heft erläutert die neuen Anforderungen und gibt auch eine Übersicht über die passenden SMA Produktlösungen. Darüber hinaus beantwortet es typische Praxisfragen in Zusammenhang mit der Planung, der Auslegung und dem Betrieb von PV-Anlagen.

# KURZÜBERSICHT: WAS IST NEU?

.....  
*Anlagenleistung größer 3,68 kVA bis 13,8 kVA*

.....  
*Anlagenleistung größer 13,8 kVA bis 30 kVA*

.....  
*Anlagenleistung größer 30 kVA bis 100 kVA*

.....  
*Anlagenleistung größer 100 kVA*

- 
- > Maximal 4,6 kVA Schiefast pro Phase
  - > Bereitstellung von Blindleistung, Verschiebungsfaktor  $\cos(\varphi)$  von 0,95<sub>untererregt</sub> bis 0,95<sub>übererregt</sub>

- 
- > Bereitstellung von Blindleistung, Verschiebungsfaktor  $\cos(\varphi)$  von 0,90<sub>untererregt</sub> bis 0,90<sub>übererregt</sub>
  - > Einsatz dreiphasiger Wechselrichter oder kommunikative Kopplung dreier einphasiger Geräte für die Leistung, die 4,6 kVA pro Phase übersteigt

- 
- > Bereitstellung von Blindleistung, Verschiebungsfaktor  $\cos(\varphi)$  von 0,90<sub>untererregt</sub> bis 0,90<sub>übererregt</sub>
  - > Externer zentraler NA-Schutz in einfehlersicherer Ausführung
  - > Einsatz dreiphasiger Wechselrichter oder kommunikative Kopplung dreier einphasiger Geräte für die Leistung, die 4,6 kVA pro Phase übersteigt
  - > Keine jederzeit zugängliche Schaltstelle mehr vorgeschrieben

- 
- > Bereitstellung von Blindleistung, Verschiebungsfaktor  $\cos(\varphi)$  von 0,90<sub>untererregt</sub> bis 0,90<sub>übererregt</sub>
  - > Externer zentraler NA-Schutz in einfehlersicherer Ausführung
  - > Einsatz dreiphasiger Wechselrichter oder kommunikative Kopplung dreier einphasiger Geräte für die Leistung, die 4,6 kVA pro Phase übersteigt
  - > Keine jederzeit zugängliche Schaltstelle mehr vorgeschrieben
  - > Möglichkeit zur ferngesteuerten Leistungsbegrenzung durch den Netzbetreiber

---

*Die bislang vorgeschriebene Netztrennung bei 50,2 Hz gefährdet zunehmend die Stabilität des europäischen Verbundnetzes*

### **Nachrüstungsanforderungen zum 50,2 Hz-Problem**

Problematisch am 50,2 Hz-Problem sind vor allem die vielen Bestandsanlagen, die entsprechend den bislang gültigen, aber technisch unvorteilhaften Abschaltkriterien parametrisiert sind. Neben der Umstellung der Anschlussregeln für neue Anlagen besteht ein wichtiger Lösungsansatz daher in der sukzessiven Nach- bzw. Umrüstung dieser Altanlagen. Wann die Nachrüstung starten soll und bis wann sie abgeschlossen sein muss, ist noch nicht geklärt – ebenso wenig wie die Kostenübernahme. Klar ist aber: Die Nachrüstung betrifft alle PV-Anlagen, die ab 1.9.2005 ans Netz gegangen sind

---

*Lösung: Erweitertes Frequenzband und sanfte Abregelung*

# BASISANFORDERUNGEN

Die Anforderungen der neuen Anwendungsregel sind vielfältig, einige gelten aber nur in bestimmten Anwendungsfällen oder ab einer gewissen Anlagenleistung. Daher zunächst eine Auflistung der Basisanforderungen, deren Erfüllung für jeden Wechselrichter und jede PV-Anlage obligatorisch ist.

## 1. Wirkleistungsreduzierung bei Überfrequenz

Diese Anforderung hat zwar keinen Einfluss auf die Planung der Solaranlage und die Auswirkungen auf ihren Ertrag sind vernachlässigbar. Sie ist aber von enormer Bedeutung für die Netzsicherheit. Das Problem: Nach den bisherigen Anschlussregeln mussten sich PV-Anlagen bei erhöhter Netzfrequenz schlagartig vom Netz trennen. Die gleichzeitige Abschaltung der inzwischen im deutschen Niederspannungsnetz installierten PV-Leistung könnte jedoch die Stabilität des europäischen Verbundnetzes gefährden. Daher sollen sich PV-Anlagen bei erhöhter Netzfrequenz nicht mehr sofort abschalten, sondern ihre Leistung zunächst stufenlos reduzieren.

und eine Leistung von 10 kWp überschreiten. Wie bei der 50,2 Hz-Übergangsregelung wird auch hier entweder die vorhandene Kennlinienfunktion aktiviert oder die Abschaltgrenze von 50,2 Hz auf einen höheren Wert geändert. Bei einigen älteren Wechselrichter-Typen ist für die Nutzung der Kennlinienfunktion aus der BDEW-Mittelspannungsrichtlinie eine Aktualisierung der Firmware erforderlich.

Eine Technische Beschreibung, in der die Details der Nachrüstung für alle in Frage kommenden Gerätetypen aufgeführt sind, stellt SMA rechtzeitig zur Verfügung.

Der zulässige Frequenzbereich wird entsprechend erweitert und reicht nun von 47,5 bis 51,5 Hz. Oberhalb von 50,2 Hz wird die momentane Einspeiseleistung  $P_M$  mit einer Kennlinie in Abhängigkeit von der Netzfrequenz reduziert. Erst bei Erreichen von 51,5 Hz soll sich die Anlage vom Netz trennen.

.....  
*„Fahren“ auf der Kennlinie und langsame Leistungssteigerung, falls sich die Einstrahlungsintensität zwischenzeitlich erhöht haben sollte*

.....  
*Es gilt eine Schiefastgrenze von exakt 4,6 kVA pro Phase auch im Fehlerfall, unabhängig von der Anlagenleistung*

.....  
*In jeder PV-Anlage können einphasige und ungekoppelte Wechselrichter verbaut werden, solange deren Summenleistung pro Phase 4,6 kVA nicht überschreitet*

Ab 50,2 Hz wird begrenzt: Die Frequenz-Wirkleistungs-Regelung der AR 4105

$P_M$  : Momentan erzeugte Leistung bei Überschreitung von 50,2 Hz

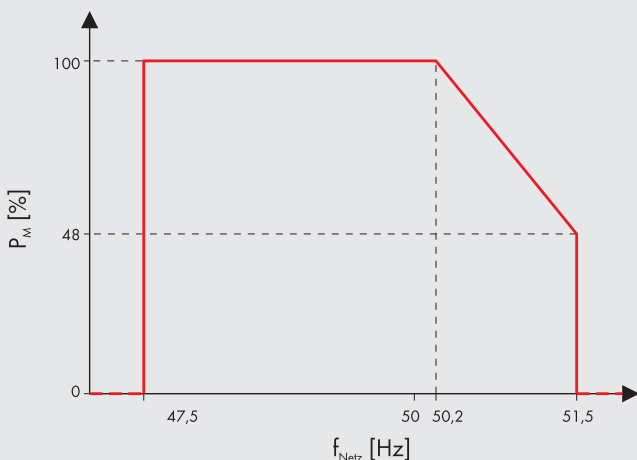
$f_{\text{Netz}}$  : Netzfrequenz



Dabei fordert die Niederspannungsrichtlinie ein „Fahren“ auf der Kennlinie. Die prozentuale Abregelung gemäß der Kennlinie geht immer von der Momentanleistung aus, die beim Überschreiten von 50,2 Hz anliegt. Verbessern sich zwischenzeitlich die Einstrahlungsbedingungen, darf der Wechselrichter beim Unterschreiten der Abregelungsgrenze seine Leistung aber nur mit einem definierten Anstieg auf den neuen Maximalwert erhöhen. Die Leistungssteigerung kann dabei mehrere Minuten dauern.

## 2. Anschlusskriterien und zulässige Schiefast

In puncto Schiefast werden die Anschlusskriterien klarer: Künftig gilt eine generelle Grenze von 4,6 kVA pro Phase, die bisher gegebene Möglichkeit, bis zu 110 Prozent dieser Leistung einphasig einzuspeisen, entfällt. Damit ergibt sich eine maximale Anlagenleistung von 13,8 kVA aus einphasigen und ungekoppelten Wechselrichtern ( $3 \times 4,6$  kVA). Bei größeren Anlagen muss daher mindestens der über 13,8 kVA hinausgehende Teil der Leistung mit dreiphasigen Geräten ausgelegt werden, wobei auch eine kommunikative Kopplung einphasiger Wechselrichter zulässig ist. Umgekehrt lassen sich auch größere dreiphasige Anlagen mit einphasigen und ungekoppelten Geräten ergänzen, solange deren Summenleistung pro Phase 4,6 kVA nicht überschreitet.



---

*Oberhalb von 30 kVA Anlagenleistung ist keine jederzeit zugängliche Schaltstelle mehr vorgeschrieben*

---

*Generell gefordert: Umfassende Netzüberwachung (inkl. Frequenz) sowie Einfehlersicherheit*

---

*Unterhalb 30 kVA sind keine Änderungen erforderlich, SMA Wechselrichter erfüllen alle Voraussetzungen*

---

*Mit SMA Wechselrichtern kann die Inselnetzerkennung dezentral erfolgen (deutlich verringerter Aufwand beim externen NA-Schutz)*

### 3. Neuerungen beim Netz- und Anlagenschutz

Eine weitere Basisanforderung betrifft den Netz- und Anlagenschutz (kurz: NA-Schutz), also die Schutzeinrichtung, die alle relevanten Netzparameter überwacht und die PV-Anlage gegebenenfalls vom Netz trennt. Bei Anlagen mit mehr als 30 kVA Scheinleistung wird nun keine jederzeit zugängliche Freischaltstelle mehr gefordert. Im Gegenzug sind generell eine umfassendere Netzüberwachung (inklusive der Netzfrequenz) sowie Einfehlersicherheit vorgeschrieben.

Anlagen mit weniger als 30 kVA Scheinleistung können weiterhin mit einem im Wechselrichter integrierten NA-Schutz betrieben werden. Die hier ebenfalls gültigen höheren Anforderungen werden von SMA Wechselrichtern schon seit je her erfüllt – einschließlich der einfehlersicheren Schalteinrichtung.

Verfügen alle Wechselrichter über eine eigene Inselnetz-erkennung mit Netztrennung durch den geräteintegrierten Kuppelschalter, kann im zentralen NA-Schutz auf eine gesonderte Inselnetz-erkennung verzichtet werden. Diese Lösung spart eine Menge Aufwand und ist mit sämtlichen SMA Wechselrichtern möglich.

#### **Für den NA-Schutz gelten folgende Einstellwerte:**

##### **Abschaltgrenzen:**

Spannungsrückgangsschutz ( $U <$ )	$< 184 \text{ V}$
Spannungssteigerungsschutz ( $U >$ )	$> 253 \text{ V}$
Spannungssteigerungsschutz ( $U \gg$ )	$> 264,5 \text{ V}$
Frequenzrückgangsschutz ( $f <$ )	$< 47,5 \text{ Hz}$
Frequenzsteigerungsschutz ( $f >$ )	$> 51,5 \text{ Hz}$

##### **Wiederzuschaltgrenzen:**

Spannung größer 195,5 V und kleiner 253 V  
Frequenz größer 47,5 Hz und kleiner 50,05 Hz

---

Mit Blindleistungsbereitstellung ist deutlich mehr  
PV-Leistung im Niederspannungsnetz realisierbar

---

Bis 3,68 kVA keine Vorgabe der  
Blindleistungsbereitstellung durch den Netzbetreiber

Über 3,68 kVA bis 13,8 kVA gilt ein minimaler  
Verschiebungsfaktor von 0,95<sub>untererregt/übererregt</sub>

Über 13,8 kVA gilt ein maximaler Verschiebungsfaktor  
von 0,90<sub>untererregt/übererregt</sub>

---

Bei Anlagenerweiterungen bestimmt die neue  
Gesamtleistung die Blindleistungsanforderungen  
an den zugebauten Anlagenteil

# ZUSATZANFORDERUNGEN

## 1. Bereitstellung von Blindleistung

Mit Hilfe blindleistungsfähiger Wechselrichter können deutlich mehr PV-Anlagen die vorhandene Infrastruktur des Niederspannungsnetzes nutzen. Daher wird Blindleistungsabgabe nun auch auf dieser Spannungsebene gefordert.

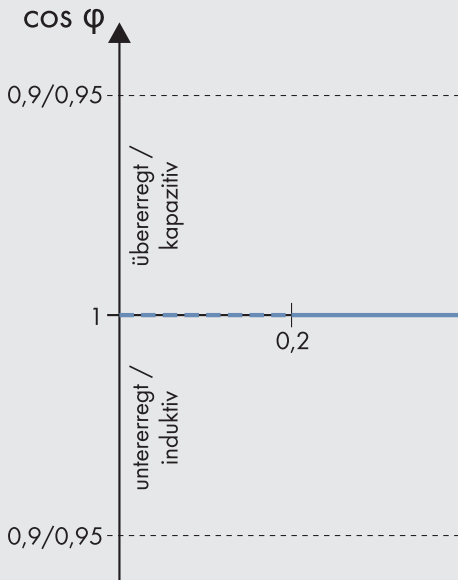
Hintergrund: Die Einspeisung von Wirkleistung in das eher von ohmscher Charakteristik geprägte Niederspannungsnetz führt grundsätzlich zu einem Anstieg der Spannung am Einspeisepunkt. Bei längeren Netzausläufern kommt hinzu, dass die Spannung schon transformatorseitig höher gestellt werden muss, damit beim Verbraucher noch die untere Spannungsgrenze von 207 Volt eingehalten wird. Soll auf Seiten des Verbrauchers nun Wirkleistung eingespeist werden ohne dass in ähnlicher Größenordnung Leistung aufgenommen wird, kann es zu einer Überschreitung der oberen Spannungsgrenze am Einspeisepunkt kommen.

Durch die gleichzeitige Aufnahme induktiver Blindleistung können Wechselrichter die Spannung am Netzanschlusspunkt jedoch senken. Ab einer Anlagenscheinleistung über 3,68 kVA fordert die Niederspannungsrichtlinie daher die Fähigkeit der Wechselrichter, mit Verschiebungsfaktoren von  $0,95_{\text{übererregt}}$  bis  $0,95_{\text{untererregt}}$  einzuspeisen. Übersteigt die Anlagenleistung 13,8 kVA, müssen sogar Verschiebungsfaktoren bis 0,90 möglich sein.

Wichtig: Bei der Erweiterung oder Nachrüstung bestehender Anlagen zählt die bereits vorhandene Anlagenleistung mit. Für den neu hinzugefügten Anlagenteil gelten also die Grenzwerte, die nach der neuen Gesamtleistung der Anlage bemessen sind. Im Gegensatz zur Mittelspannungsrichtlinie verzichtet die Niederspannungsrichtlinie jedoch auf die Anforderung der ferngesteuerten, variablen  $\cos(\varphi)$ -Vorgabe.

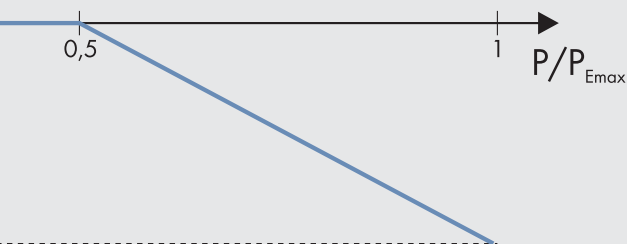
Voreingestellte Blindleistungskennlinie, auf Wunsch des Netzbetreibers feste Vorgabe des Verschiebungsfaktors

Ab Werk voreingestellt: Blindleistungskennlinie gemäß AR 4105



Der jeweilige Sollwert ist entweder fest vorgegeben oder ergibt sich in Abhängigkeit von der momentan abgegebenen Wirkleistung gemäß einer standardisierten Kennlinie (siehe Abbildung): Bis zu einer Wirkleistung in Höhe seiner halben Nennleistung muss der jeweilige Wechselrichter ohne Phasenverschiebung einspeisen. Danach ist sie stetig zu erhöhen, bis er bei voller Nennleistung mit dem für die jeweilige Anlage gültigen, maximalen Verschiebungsfaktor (untererregt) arbeitet. Diese Standard-Kennlinie soll bereits im Auslieferungszustand der Geräte eingestellt sein, der Netzbetreiber kann sie jedoch nach seinen Bedürfnissen anpassen.

Basisinformationen zur Anlagenplanung mit Blindleistung finden sich im Abschnitt „Planen mit Blindleistung“, weitergehende Informationen im SMA TechnikKompendium „PV-Netzintegration“ (Download unter [www.SMA.de](http://www.SMA.de)).



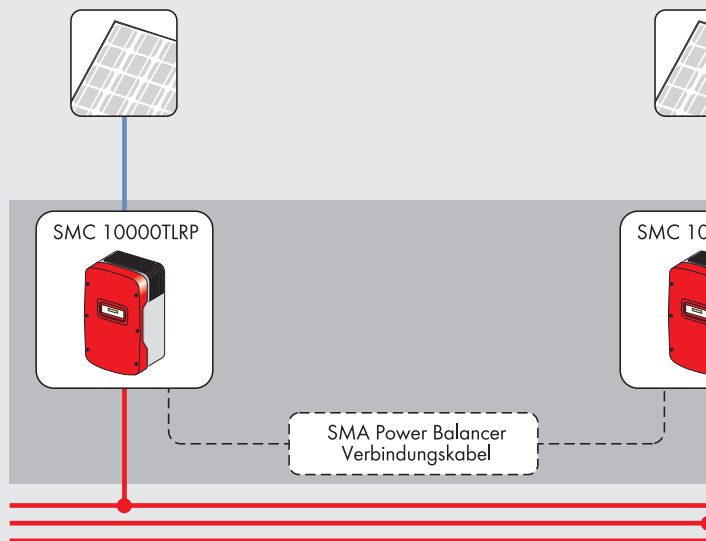
.....

Spätestens ab einer Anlagenleistung größer 13,8 kVA aus einphasigen, ungekoppelten Wechselrichtern (max. 4,6 kVA pro Phase) muss weitere Leistung dreiphasig ins Netz gespeist werden

.....

Die kommunikative Kopplung von drei einphasigen Wechselrichtern bleibt zulässig

Weiterhin erlaubt: die kommunikative Kopplung einphasiger Wechselrichter

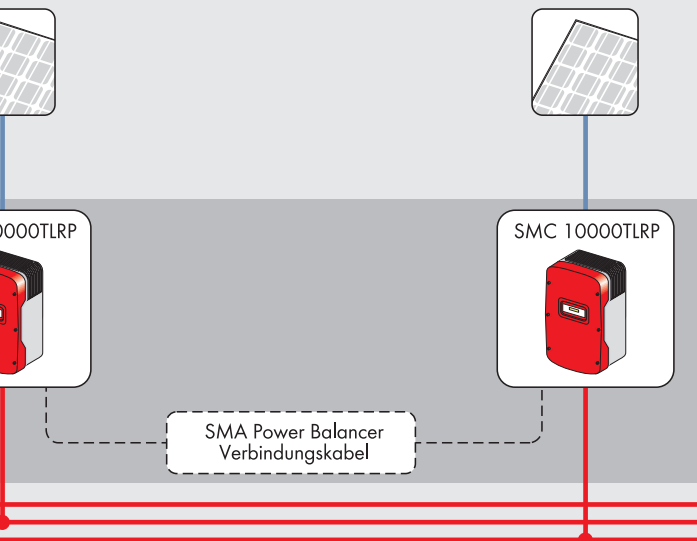




## 2. Dreiphasige Einspeisung

Ziel der neuen Anwendungsregel ist eine aktive Spannungssymmetrierung im Niederspannungsnetz, weswegen größere Anlagen möglichst leistungssymmetrisch einspeisen sollen. Es gibt aber keine besonderen Vorschriften für den Fall, dass die Anlagenleistung 13,8 kVA übersteigt – die Schiefastgrenze von 4,6 kVA pro Phase gilt unabhängig von der Leistung und auch im Fehlerfall. Gemäß dieser Grenze muss jedoch mindestens der Teil der Anlagenleistung, der 13,8 kVA übersteigt, dreiphasig ins Netz gespeist werden.

Neben dem Einsatz dreiphasiger Wechselrichter besteht eine weitere Lösung in der kommunikativen Kopplung einphasiger Wechselrichter zu dreiphasigen Einspeiseeinheiten, wie SMA sie mit dem Power Balancer für die Sunny Mini Central-Baureihe anbietet. Hier werden beim Ausfall eines Gerätes die jeweils anderen ebenfalls gestoppt, sodass auch im Fehlerfall keine relevante Schiefast entsteht.



---

*Anforderung gilt ab 100 kVA Anlagenleistung*

---

*Etablierte Produktlösung von SMA: Power Reducer Box in Kombination mit der Sunny WebBox*

### 3. Ferngesteuerte Leistungsbegrenzung

Künftig soll der Verteilnetzbetreiber auch im Niederspannungsnetz in der Lage sein, die Leistung von PV-Anlagen ferngesteuert in definierten Stufen von  $P_{\text{nenn}}$  zu begrenzen. Denkbare Gründe für eine Leistungsbegrenzung sind unter anderem der Betrieb von Netzersatzanlagen, die kurzfristige Überlastung des übergeordneten Mittelspannungs- oder Transportnetzes oder ein systemgefährdender Frequenzanstieg.

Die Anforderung gilt für alle Anlagen mit mehr als 100 kVA Leistung und ist ansonsten vergleichbar mit der in der Mittelspannungsrichtlinie und dem EEG. In der Regel sendet der Netzbetreiber ein Rundsteuersignal, das entsprechend verarbeitet und in eine Begrenzung der eingespeisten Wirkleistung (typischerweise 60, 30 oder null Prozent der Bemessungsleistung) umgesetzt werden muss. Die jeweils geforderte Begrenzung muss innerhalb von 60 Sekunden von den Wechselrichtern realisiert werden.

Die Produktlösung von SMA ist die Power Reducer Box, die schon seit 2009 zur Abregelung größerer Anlagen auf Mittelspannungsebene eingesetzt wird. Für die Sollwertübermittlung kommt zum Beispiel ein Funk-Rundsteuerempfänger zum Einsatz. Er empfängt die Vorgaben des Netzbetreibers per Langwellenfunk (ähnlich dem DCF-77 Uhrzeitsignal) und stellt sie über vier Relaiskontakte zur Verfügung. Die Power Reducer Box übersetzt das digital codierte Signal in einen Steuerbefehl für die per LAN angebundene Sunny WebBox.

Diese sendet den Befehl dann an alle angeschlossenen Wechselrichter. Jeder Schaltvorgang wird dabei sowohl in der Power Reducer Box als auch in der Sunny WebBox protokolliert und ist damit auch über das Sunny Portal weltweit abrufbar.

# SMA PRODUKTLÖSUNGEN

SMA bietet nicht nur eine breite Auswahl an Wechselrichtern, sondern auch einen Netz- und Anlagenschutz, der den Anforderungen der VDE-AR-N 4105 vollständig entspricht. Die SMA Planungssoftware Sunny Design kann seit Version 2.10 die neuen Anforderungen ebenfalls berücksichtigen.

Produktbezeichnung	S <sub>max</sub> [kVA]
SB 1200/1700/2500/3000	1,2/ 1,7/ 2,5/ 3
SB 1300/1600TL-10	1,3/ 1,6
SB 2100TL	2,1
SB 2000/2500/3000HF-30	2/ 2,5/ 3
SB 2500/3000TLST-21 <sup>3)</sup>	2,5/ 3
SB 3300-11/3800-11	3,6/ 3,8
SB 3000/3600/4000/5000TL-21 <sup>3)</sup>	3/ 3,68 / 4/ 4,6 <sup>1)</sup>
SMC 4600A-11	4,6 <sup>1)</sup>
SMC 5000/6000A-11	5,5/ 6
SMC 7000HV-11	7
SMC 9000/10000/11000TLRP-10	9/ 10/ 11
STP 8/10/12/15/17000TL-10 <sup>3)</sup>	8/ 10/ 12/ 15/ 17
STP 15000/20000TLEE-10 <sup>3)</sup>	15/ 20
STP 15000/20000TLHE-10 <sup>3)</sup>	15/ 20
<b>Einspeisemanagement:</b>	Power
<b>Netz- und Anlagenschutz:</b>	

<sup>1)</sup> Begrenzung auf 4,6 kVA nur bei Auswahl des Länderdatensatzes für Deutschland

<sup>3)</sup> Kompatibel zum Power Control Module

Für die bei größeren Anlagen vorgeschriebene Möglichkeit zur ferngesteuerten Leistungsbegrenzung steht zudem die bewährte Power Reducer Box zur Verfügung.

**Hinweis:** Weitere Informationen zur PV-Netzintegration und zu verfügbaren Produktlösungen finden Sie online unter [www.SMA.de/netzintegration](http://www.SMA.de/netzintegration)

Erfüllung der Basisanforderungen	Blindleistungsfähig (Einsatz für Anlagen > 3,68 kVA)	Einsatz für Anlagen > 13,8 kVA
✓	-	-
✓	-	-
✓	-	-
✓	-	-
✓	✓	_ <sup>2)</sup>
✓	✓	_ <sup>2)</sup>
✓	✓	_ <sup>2)</sup>
✓	✓	Mit kommunikativer Kopplung
✓	✓	Mit kommunikativer Kopplung
✓	✓	Mit kommunikativer Kopplung
✓	✓	Mit kommunikativer Kopplung
✓	✓	✓
✓	✓	✓
✓	✓	✓

Control Module, Sunny WebBox und Power Reducer Box

SMA Grid Gate

<sup>2)</sup> Unter Beachtung der 4,6 kVA-Schieflastgrenze einsetzbar

# HÄUFIGE FRAGEN

.....

*Lassen sich ältere SMA Wechselrichter nachrüsten, damit sie den Anforderungen der neuen Anwendungsregel entsprechen?*

.....

*Gibt es einen Zeitplan für die Umsetzung der neuen Anwendungsregel?*

.....

*Was ist bei der Erweiterung bestehender Anlagen zu beachten?*

.....

*Ist ein Zertifikat notwendig, um Anlagen gemäß VDE-AR-N 4105 in Betrieb zu nehmen?*

.....

*Können nicht blindleistungsfähige Wechselrichter in einer Anlage durch zusätzliche Blindleistungsabgabe anderer Geräte kompensiert werden?*

Eine Nachrüstung bestehender Geräte ist in der Anwendungsregel nicht vorgesehen (Bestandsschutz). SMA wird Großhändler und Distributoren frühzeitig mit Wechselrichtern versorgen, die den Anforderungen der VDE-AR-N 4105 entsprechen.

Während der Übergangsfrist von August bis Dezember 2011 durften Wechselrichter sowohl mit Einstellung nach VDE0126-1-1 als auch nach VDE-AR-N 4105 installiert werden. Seit 1. Januar 2012 ist die Verwendung von anwendungsregelkonformen Wechselrichtern aber obligatorisch.

Bei einer Erweiterung besteht grundsätzlich Bestandsschutz für vorhandene Anlagenteile. Ausschlaggebend für die Anforderungen an den neuen Anlagenteil ist jedoch immer die Gesamtleistung der Anlage.

Beispiel: Übersteigt die neue Gesamtanlagenleistung 13,8 kVA, gilt ein maximaler Verschiebungsfaktor von 0,90 für den zugebauten Anlagenteil, auch wenn seine Leistung nur 5 kVA beträgt und somit im Normalfall lediglich ein Verschiebungsfaktor von 0,95 zu berücksichtigen wäre. Übersteigt die neue Gesamtanlagenleistung 30 kVA, muss ein externer NA-Schutz installiert werden, dessen Kuppelschalter auch den ursprünglich bestehenden Anlagenteil einbindet.

Nein, im Gegensatz zur Mittelspannungsrichtlinie erfordert die VDE-AR-N 4105 keine speziellen Zertifikate. Die Richtlinienkonformität der Wechselrichter wird von SMA in einer Eigenerklärung bestätigt, die für jeden Gerätetyp online verfügbar ist.

Nein, nach VDE-AR-N 4105 muss jeder einzelne Wechselrichter den für die jeweilige Anlagenleistung geforderten Blindleistungsanteil bereitstellen können.

.....

*Ist die Verwendung dreiphasiger Wechselrichter zwingend notwendig?*

.....

*Wie muss der Wechselrichter parametrierung werden, damit er den Anforderungen der neuen Anwendungsregel entspricht?*

.....

*Was bedeutet die Anzeige „VDE-AR-N4105“ im Display?*

.....

*Warum erhöht der Wechselrichter bei der ersten Inbetriebnahme nur sehr langsam seine Einspeiseleistung?*

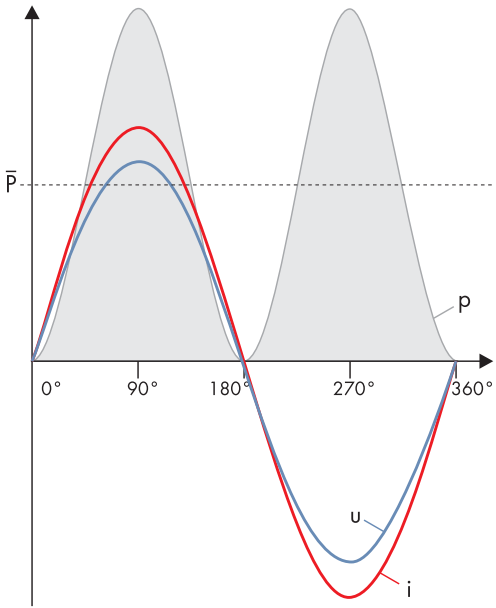


Nein, auch einphasige Geräte dürfen weiterhin eingesetzt werden. Zu beachten ist lediglich die auch im Fehlerfall gültige Schieflastgrenze von 4,6 kVA pro Phase. Spätestens bei mehr als 13,8 kVA Anlagenleistung müssen daher zumindest für den darüber hinausgehenden Teil dreiphasige Wechselrichter oder dreiphasige Einspeiseeinheiten aus kommunikativ gekoppelten Einzelgeräten verwendet werden. Eine kommunikative Kopplung ermöglichen die Wechselrichter der Baureihe Sunny Mini Central mit ihrer Power Balancer-Funktion. Auch größere Anlagen dürfen um einphasige und ungekoppelte Geräte mit bis zu 13,8 kVA Gesamtleistung ergänzt werden, sofern deren Summenleistung 4,6 kVA pro Phase nicht überschreitet und sämtliche Wechselrichter blindleistungsfähig sind.

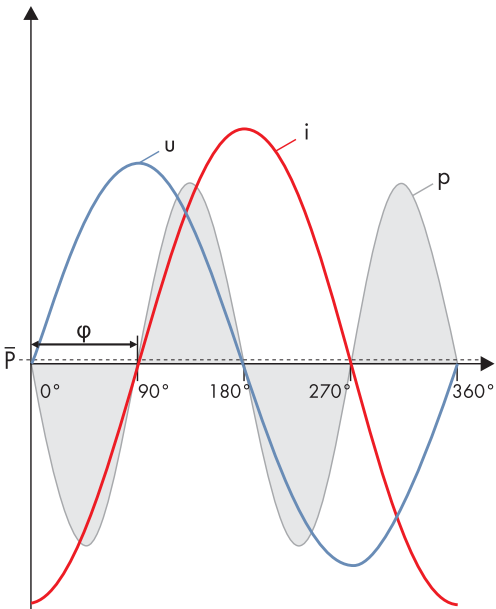
Eine gesonderte Parametrierung ist nicht nötig, mit dem Laden des entsprechenden Länderdatensatzes erfüllt der Wechselrichter bereits sämtliche Anforderungen. Lediglich für den Fall, dass die Bereitstellung von Blindleistung mit einem festen Verschiebungsfaktor gefordert wird, muss dieser separat parametrierung werden (beschrieben im entsprechenden Parameterdokument, das unter [www.SMA.de](http://www.SMA.de) verfügbar ist).

„VDE-AR-N4105“ ist die neu eingeführte Kennzeichnung des Länderdatensatzes für Deutschland. Seine Parameter-einstellungen berücksichtigen die Anforderungen der neuen VDE-Anwendungsregel 4105, die ab 1. Januar 2012 verpflichtend sind. Der Länderdatensatz existiert in drei Varianten für die unterschiedlichen Blindleistungsanforderungen. Mit dem Laden des entsprechenden Länderdatensatzes ist der Wechselrichter vollständig parametrierung.

Hintergrund ist die Vorschrift zum langsamen Anfahren nach einer Abregelung oder der Wiedereinschaltung nach einem Netzfehler, mit der Leistungssprünge im Netz vermieden werden sollen. Demnach darf der Wechselrichter seine Leistung lediglich in Schritten von zehn Prozent seiner Maximalleistung pro Minute steigern, was folglich bis zu zehn Minuten dauern kann.



Reine Wirkleistung: pulsierend, aber mit positivem Durchschnittswert



Reine Blindleistung: der Durchschnittswert der Wirkleistung ist null

# HINTERGRUND: PLANEN MIT BLINDLEISTUNG

In Wechselstromkreisen entsteht Blindleistung einerseits unabsichtlich und unvermeidbar aufgrund physikalischer Effekte. Sie kann aber auch bewusst bereitgestellt werden, um eine im Netz bereits vorhandene Phasenverschiebung zu neutralisieren. Zudem lässt sich mit ihrer Hilfe die Spannung in Wechselstromnetzen beeinflussen. Vor allem deshalb wird die Bereitstellung von Blindleistung durch PV-Wechselrichter in der neuen VDE-Anwendungsregel gefordert. Hier zunächst eine Übersicht über die wichtigsten Begriffe:

## **Wirkleistung, Formelzeichen P**

Sie wird in Watt gemessen und meist in der Einheit kW angegeben. Wirkt sie über eine Stunde, ergibt sich eine entsprechende Energiemenge in Kilowattstunden (kWh), die über das EEG vergütet werden. Die abgegebene Wirkleistung einer PV-Anlage ist daher letztlich entscheidend für den Ertrag.

## **Blindleistung, Formelzeichen Q**

Sie wird in var gemessen und meist in der Einheit kvar angegeben. Über die Zeit ergibt sich eine entsprechende Blindenergie, die aber nicht nutzbar ist und nicht vergütet wird.

## **Scheinleistung, Formelzeichen S**

Sie wird in Voltampere gemessen und meist in der Einheit kVA angegeben. Scheinleistung ist die geometrische Summe aus Wirkleistung und Blindleistung ( $S^2 = P^2 + Q^2$ ). Wichtig ist, dass der Wechselrichter und die gesamte Netzinfrastruktur immer für die maximal anfallende Scheinleistung ausgelegt sein müssen. Aus diesem Grund wird die Leistung blindleistungsfähiger Wechselrichter auch nicht in kW, sondern in kVA angegeben.

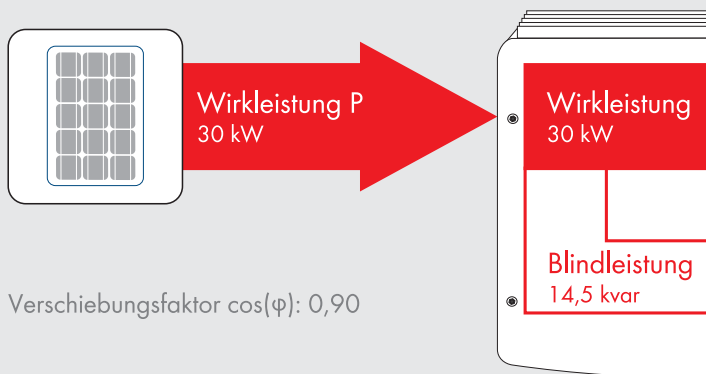
## **Verschiebungsfaktor, Formelzeichen $\cos(\varphi)$**

Er wird angegeben als Zahlenwert zwischen 0 und 1 und beschreibt das Mengenverhältnis von Wirk- und Blindleistung. Ein Verschiebungsfaktor von 1 entspricht reiner Wirkleistung während 0 reine Blindleistung bedeutet. Der zugrundeliegende Winkel  $\varphi$ , der die Verschiebung zwischen Strom- und Spannungskurve beschreibt, wird dagegen kaum genutzt.

Wird vom Netzbetreiber ein bestimmter Verschiebungsfaktor gefordert, entspricht dies einem gewissen Blindleistungsanteil. Dabei gilt: Je kleiner der Zahlenwert, desto größer der Blindleistungsanteil an der insgesamt abgegebenen Leistung. Ein Verschiebungsfaktor von 0,90 entspricht also einem größeren Blindleistungsanteil als einer von 0,95. Geht man hingegen von der gegebenen Wirkleistung des PV-Generators aus um diese vollständig zu nutzen, kommt der erst im Wechselrichter entstehende Blindleistungsanteil quasi „oben drauf“.

Die geometrische Summe aus Wirk- und Blindleistung, die Scheinleistung, ist für die Dimensionierung des Wechselrichters entscheidend. Auf den ersten Blick benötigt man daher zusätzliche Wechselrichter-Leistung, wenn die Einspeisung mit einem Verschiebungsfaktor ungleich 1 gefordert wird. In der Praxis ist die etwas größere Scheinleistung des Wechselrichters aber oft schon durch das jeweils gewählte Auslegungsverhältnis abgedeckt, also das Verhältnis von Generator- und Wechselrichter-Leistung.

*Die geforderte Blindleistung entsteht zusätzlich im Wechselrichter*



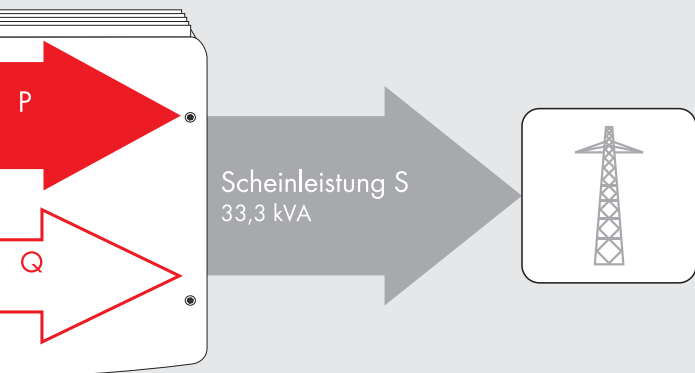
### Beispiel 1 (Anlage > 3,68 kVA und < 13,8 kVA):

Bei einem Verschiebungsfaktor von 0,95 werden zur Netzeinspeisung von 4,4 kW Wirkleistung etwa 4,6 kVA Scheinleistung benötigt, das entspricht einem Aufschlag von rund 5 Prozent. Die entstehende Blindleistung beträgt etwa 1,45 kvar.

### Beispiel 2 (Anlage > 13,8 kVA):

Bei einem Verschiebungsfaktor von 0,90 werden zur Netzeinspeisung von 15 kW Wirkleistung etwa 16,7 kVA Scheinleistung benötigt (rund 10 Prozent Aufschlag). Gleichzeitig entstehen etwa 7,2 kvar Blindleistung.

In beiden Fällen wird also etwas mehr Wechselrichter-Leistung als bislang benötigt, um Solarstrom mit einer gegebenen Wirkleistung ins Netz zu speisen. Allerdings kann die spannungssenkende Wirkung der Blindleistung auch dazu führen, dass sich an einem stark belasteten Netzanschlusspunkt deutlich mehr Solarstrom einspeisen lässt als ohne Blindleistung.



Notizen: .....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....

.....



**SMA Solar Technology AG**

**www.SMA.de**

**Sonnenallee 1  
34266 Niestetal  
Tel.: +49 561 9522 0  
Fax: +49 561 9522 100  
E-Mail: [info@SMA.de](mailto:info@SMA.de)  
[www.SMA.de](http://www.SMA.de)**



Stand: Juli 2012  
Aktuelle Informationen zum Thema finden Sie  
auch unter **[www.SMA.de/netzintegration](http://www.SMA.de/netzintegration)**

