

Die Mittelspannungsrichtlinie.

Vom Einspeisen zum Netzmanagement.

Stabiles Netz mit KACO new energy.

3., ÜBERARBEITETE AUFLAGE
DEZEMBER 2011

KACO 
new energy.

www.kaco-newenergy.de

Die Mittelspannungsrichtlinie.

Vom Einspeisen zum Netzmanagement.

Stabiles Netz mit KACO new energy.

KACO new energy GmbH
Carl-Zeiss-Straße 1
74172 Neckarsulm
info@kaco-newenergy.de

Stand: Dezember 2011
Text und Abbildungen entsprechen dem technischen Stand bei Drucklegung. Technische Änderungen vorbehalten.
Keine Haftung für Druckfehler.

Inhaltsverzeichnis.

Was ist die Mittelspannungsrichtlinie?	05
Welches Ziel verfolgt die Mittelspannungsrichtlinie?	05
Was verlangt die Mittelspannungsrichtlinie und bis wann?	06
Blindleistung auf einen Blick.	08
Wie helfen Ihnen die Powador Wechselrichter bei der Umsetzung der Mittelspannungsrichtlinie?	10
Zertifizierung einer Anlage.	12
Blindleistungskompensation bei der Anlagenauslegung.	13
Fragen. Antworten.	15

Was ist die Mittelspannungsrichtlinie?

Die vom BDEW erstellte Mittelspannungsrichtlinie definiert die geänderten Anforderungen an Energieerzeugungsanlagen, wie z. B. Solarkraftwerke, die ihre Energie in das Mittelspannungsnetz einspeisen. Anlagen, die nicht der Richtlinie entsprechen, werden nicht

zertifiziert und können somit nicht in Betrieb gehen. Das Regelwerk ist seit dem 1. Januar 2009 in Kraft. Für die Photovoltaik und andere Erzeuger gab es jedoch eine Übergangsfrist bis zum 1. April 2011.

Welches Ziel verfolgt die Mittelspannungsrichtlinie?

Der Ausbau erneuerbarer Energien schreitet rasant voran. Die installierte Leistung in Deutschland liegt längst im Bereich von einem Drittel der Jahreshöchstlast. Strom aus Wind, Wasser, Sonne und Biomasse sind damit für die Netzstabilität relevant. Die zunehmende Einspeisung ins Nieder- und Mittelspannungsnetz kann zum Beispiel zu Spannungsanhebungen im Versorgungsnetz führen. Zu den zeitlichen Schwankungen des Energiebedarfs kommt das schwankende Angebot regenerativer Erzeugungsanlagen hinzu. Damit auch künftig ein stabiles Netz gewährleistet ist, wurden dafür in Deutschland mit der EEG-Novelle von 2009 und der Mittelspannungsrichtlinie des Bundesverbands der Energie- und Wasserwirtschaft BDEW die rechtlichen und technischen Grundlagen geschaffen. Ziel ist es, regenerative Energieerzeugungsanlagen besser in die bestehenden Versorgungsnetze zu integrieren. Während das EEG für Anlagen über 100 Kilowatt Leistung neue Vorgaben macht, gilt die Mittelspannungsrichtlinie für Anlagen, die in das gleichnamige Netz einspeisen. Vergleichbare Anforderungen für das Niederspannungsnetz beinhaltet die Anwendungsregel VDE-AR-N 4105, die am 1. Juli 2011 in Kraft getreten ist. KACO new energy bietet auch zu diesem Thema weitere Informationen in Form einer Broschüre.

Mit der Mittelspannungsrichtlinie werden regenerative Erzeugungsanlagen erstmals nicht

mehr als negative Last betrachtet, sondern als Kraftwerke, die sich bei Netzstörungen nicht vom Netz trennen dürfen und stabilisierend reagieren müssen. Dies stellt einen fundamentalen Richtungswechsel dar, da jetzt Funktionen gefordert werden, die bislang ausdrücklich verboten waren. Die Netzbetreiber haben erkannt, dass sich Wechselrichter sehr gut zum Netzmanagement eignen. Beispielsweise können Solarwechselrichter mit ihrer Fähigkeit, kontrolliert Blindleistung bereitzustellen, die nutzbare Übertragungskapazität des Netzes vergrößern sowie dabei helfen, die Netzspannung zu stabilisieren und in den vorgegebenen Grenzen zu halten.

Doch was ist eigentlich Blindleistung? Was verlangt die Mittelspannungsrichtlinie im Einzelnen? Welche Powador-Wechselrichter erfüllen die Vorgaben? Und was müssen Anlagenbauer künftig beachten? Mit der vorliegenden Broschüre liefert KACO new energy die wichtigsten Informationen und erläutert die technischen Zusammenhänge.

Über die Handlungsempfehlung des BDEW e. V. zur Fristverlängerung für Einheiten- und Anlagenzertifikate vom 22. September 2011 informiert eine separate Veröffentlichung unter dem Titel „Die Mittelspannungsrichtlinie: Zur Situation beim Anschluss von Photovoltaikanlagen ans Mittelspannungsnetz“.

Was verlangt die Mittelspannungsrichtlinie und bis wann?

Zeitraumen

Die Mittelspannungsrichtlinie ist im Prinzip seit dem 1. Januar 2009 gültig. Für die Photovoltaik wurden jedoch Übergangsfristen vereinbart, so dass viele Vorschriften erst zum 1. April 2011 in Kraft getreten sind.

Netzstabilisierung

Die Beiträge zur Netzstabilisierung unterteilt man in statische und dynamische Maßnahmen. Die Regelung von Wirk- und Blindleistung gehört zur statischen, das Einspeisen von Kurzschlussstrom zur dynamischen Netzstabilisierung.

Wirkleistung (statisch)

Die Regelung der Wirkleistung kann zwei unterschiedliche Ziele haben: Zum einen schützt sie vor regionaler Überlastung des Netzes, zum anderen stabilisiert sie bei einem Überangebot an Leistung die Frequenz im Gesamtnetz der Union for the Co-ordination of Transmission of Electricity (UCTE).

Bereits im 2009 novellierten EEG ist in Paragraph 6 festgelegt, dass der Verteilnetzbetreiber angeschlossene Anlagen abregeln kann, wenn die Sicherheit im Netz gefährdet ist. Die Netzbetreiber sind verpflichtet, dem Anlagenbetreiber die Gefahr der Abregelung im Voraus mitzuteilen und auf Anfrage im Nachgang zu erläutern, warum im Einzelfall abgeregelt wurde. Sie müssen dem Anlagenbetreiber den Ertragsausfall erstatten und das Netz ausbauen, um Abregelungen zu vermeiden, wenn dies wirtschaftlich zumutbar ist.

Neu ist die Forderung, dass die Wirkleistung in Abhängigkeit der Frequenz reduziert wird. So dürfen ab dem 1. Januar 2009 Wechselrichter neu angeschlossener PV-Anlagen bei einer Netzfrequenz zwischen 50,2 und 51,5 Hz nicht einfach vom Netz gehen, sondern müssen ihre Wirkleistung mit einem Gradient von 40 % pro Hz reduzieren. Ab 51,5 Hz muss die Anlage abgeschaltet werden.

Um Netzbetreibern nach Netzausfällen zu ermöglichen, das Netz geordnet wieder hochzufahren und damit diese nicht auf schlagartige Leistungseinspeisung reagieren muss,

müssen Anlagen über 1 MW nach Abschaltung langsam, „in einer Rampe“, hochfahren: Dabei ist eine Leistungssteigerung von maximal 10 % pro Minute erlaubt.

Blindleistung (statisch)

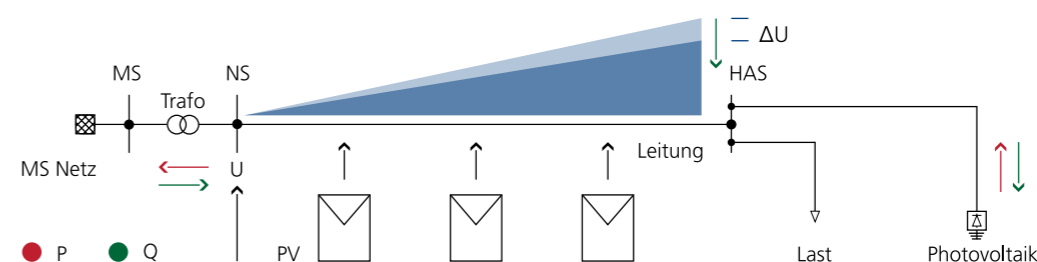
Bisher sollten PV-Kraftwerke keine Blindleistung liefern, die Phasenverschiebung zwischen Strom und Spannung sollte also 0 und der Kosinus des Verschiebungswinkels ($\cos \phi$) somit 1 betragen. Ab dem 1. April 2011 nun sollen Wechselrichter auf Anforderung des Netzbetreibers induktive oder kapazitive Blindleistung bereitstellen können. Der Netzbetreiber kann entsprechend der neuen Mittelspannungsrichtlinie eine Phasenverschiebung bis $\cos \phi = 0,95$ fordern. Die Wechselrichter helfen dadurch die Blindleistungsbilanz im Netz auszugleichen oder die Spannung stabil zu halten. Durch das gezielte Einspeisen von Blindleistung kann zudem dem Spannungshub entgegen gewirkt werden, der aufgrund der Wirkleistungseinspeisung entsteht. Dies ermöglicht, auf einem bestimmten Leitungsabschnitt mehr regenerative Leistung zu transportieren (siehe Abb. 1) und kann Netzausbau vermeiden helfen, was zu einer preisgünstigeren Nutzung der Solarenergie beiträgt. Die Prozessleitstelle des Verteilnetzbetreibers kann einen festen oder variablen Wert für $\cos \phi$ vorgeben oder verlangen, dass sie in Abhängigkeit der Wirkleistung auf bestimmte Weise nachgeregelt wird. Dazu wird eine Kennlinie in Abhängigkeit von der Wirkleistung oder der Spannung vorgegeben. Damit die Wechselrichter die geforderte Blindleistung bereitstellen können, müssen sie in der Regel um 5 % größer ausgelegt werden. Die Wechselrichter einer 200 kW PV-Anlage sollten also für 210 kVA Scheinleistung ausgelegt sein. (Zur Begriffsklärung siehe Seite 8/9, detaillierte Rechnung siehe Seite 13.)

Fehler durchfahren und Kurzschlussstrom

Aufgrund des schnellen Ausbaus der erneuerbaren Energien ist es in der Vergangenheit vermehrt zu Beinaheausfällen des Netzes gekommen, da sich viele Anlagen aufgrund kleiner, leicht beherrschbarer Netzfehler ab-

Abb. 1

BEGRENZUNG DES SPANNUNGSHUBS DURCH BLINDLEISTUNG



PV-Anlagen, die Blindleistung anbieten (Ersatzschaltbild rechts in der Grafik), können den Spannungshub auf einer Leitung begrenzen helfen (ΔU). MS = Mittelspannung, NS = Niederspannung, HAS = Hausanschlusssäule.

geschaltet haben. Dadurch können Leistungen von mehreren GW plötzlich wegbrechen, was für das Verbundnetz nicht mehr auszugleichen wäre. Aus diesem Grund müssen PV-Anlagen ab dem 1. April 2011 in der Lage sein, bei Netzkurzschlüssen am Netz zu bleiben, dürfen sich also nicht mehr dauerhaft vom Netz trennen. Dieses Durchfahren eines Fehlers ist unter dem englischen Kürzel FRT für „Fault Ride Through“ geläufig. Hierzu braucht der Wechselrichter einen Puffer, der bei Wegfall der Eigenversorgung 700 ms überbrücken kann. Da Spannungseinbrüche innerhalb von 300 μ s erfolgen können, muss die Elektronik entsprechend schnell reagieren. Neben dem bloßen Durchfahren, also dem Nicht-Trennen und sofortigen Einspeisen nach Fehlerklärung, wird zudem ein Beitrag zum Kurzschlussstrom gefordert. Die Anlage muss einen definierten Blindstrom auf den Fehler einspeisen, um bei der Klärung des Fehlers und dem Auslösen der Schutzorgane zu helfen. Maximal wird bei Spannungseinbrüchen von 50 % ein Kurzschlussstrom in Höhe des Nennstroms gefordert.

Kommunikation

Schon für die im EEG 2009, Paragraph 6 geforderte Abregelung der Wirkleistung, war es notwendig, dass die Anlage vom Netzbetreiber angesteuert werden konnte. Mit den vielfältigen Anforderungen der Mittelspannungsrichtlinie wachsen auch die Anforderungen an die Kommunikations- und Reglereinheit:

- Ansteuerung von der Netzleitstelle zur Leistungsbegrenzung
- Anforderung der Netzleitstelle nach statischer Netzstabilisierung durch Blindleistungsvorgabe
- Rückmeldung an Netzleitstelle Soll-/Istwerte und Leistungsprognose

Mit dem Datenlogger Powador-proLOG XL und dem Leistungsmerkmal der Power Control hat KACO new energy eine Schnittstelle zur Leistungsabregelung umgesetzt. Auch bei der Umsetzung der Mittelspannungsrichtlinie wird der Powador-proLOG eine wesentliche Rolle spielen. Die Anforderung des Netzbetreibers erhält die Anlage über einen Rundsteuerempfänger, dessen Signale der Powador-proLOG in die entsprechenden Betriebszustände des Wechselrichters übersetzt.

Blindleistung auf einen Blick.

Elektrische Leistung ist definiert als Produkt aus Strom mal Spannung: $P = U \times I$. Solange beide Faktoren als Gleichspannung bzw. -strom vorliegen ist dies auch ein einfacher Sachverhalt. Komplizierter wird es, wenn diese Größen periodisch zwischen positiven und negativen Werten schwanken – Wechselspannung und Wechselstrom. Jetzt nämlich entsteht das Produkt „Leistung“ nur dann durchgängig mit positivem Vorzeichen, wenn die Kurven von Strom und Spannung vollständig übereinander liegen, also „in Phase“ sind. Mathematisch gesprochen heißt das: Beide Kurven haben dieselben Nulldurchgänge. Hier multiplizieren sich auch die negativen Äste der Kurven (unterhalb der Querachse) nach der Regel „minus mal minus ergibt plus“ zu positiver Leistung (Abb. 2). Mit die-

ser Wirkleistung lassen sich Maschinen betreiben, Lampen zum Leuchten bringen etc.

Sobald Strom und Spannung gegeneinander verschoben sind, entstehen bei ihrer Multiplikation negative Leistungsanteile, die den Effekt der positiven aufheben (Abb. 3). Diese Blindleistung, abgekürzt mit „Q“, pendelt nur im Netz, kann aber keine Arbeit verrichten. Die Verschiebung lässt sich als Winkeldifferenz ausdrücken, da ein vollständiger Phasendurchlauf 360° entspricht. Der Betrag der Wirkleistung hängt somit vom Kosinus des Verschiebewinkels ab und ergibt sich aus $P = U \times I \times \cos \phi$.

Ohne Phasenverschiebung ist der Winkel zwischen Strom und Spannung $= 0$, dessen Kosinus $= 1$ und die Wirkleistung $P = 100\%$.

Wirkleistung P und Blindleistung Q setzen sich zur sogenannten Scheinleistung S zusammen, allerdings nicht in Form einer einfachen Summe „P + Q“. Vielmehr wird zur Berechnung der einzelnen Leistungsbeiträge aus der Kreisgleichung folgender Zusammenhang abgeleitet $S^2 = P^2 + Q^2$ (Abb. 4).

In realen Netzwerken führen deren verschiedene Bestandteile automatisch zu Phasenverschiebungen und somit zu Blindleistung, indem sie Wechselstrom bzw. -spannung „bremsen“. Diese Blindwiderstände (Reaktanzen) sind v. a. Spulen (Induktivitäten) und Kondensatoren (Kapazitäten). Bereits die Kabelkapazität schlägt sich dabei nieder. Ein induktiver Widerstand führt dazu, dass die Spannung dem Strom vorausseilt, an einem kapazitiven

Widerstand läuft die Spannung dem Strom nach. Daher erhält der Verschiebungsfaktor noch den Zusatz „ind.“ oder „kap.“, um die Richtung der Verschiebung anzuzeigen.

Um die Anwesenheit von Blindleistung schon bei der Leistungsangabe zu verdeutlichen, wird die zusammengesetzte Einheit „Watt“ wieder in ihre Faktoren „Volt“ x „Ampere“ zerlegt und aus 100 W werden 100 VA. Das „Voltampere“ klingt sperrig und umständlich und spiegelt die Schwierigkeiten, sich diese Sachverhalte vorzustellen, geradezu wider.

Abb. 2

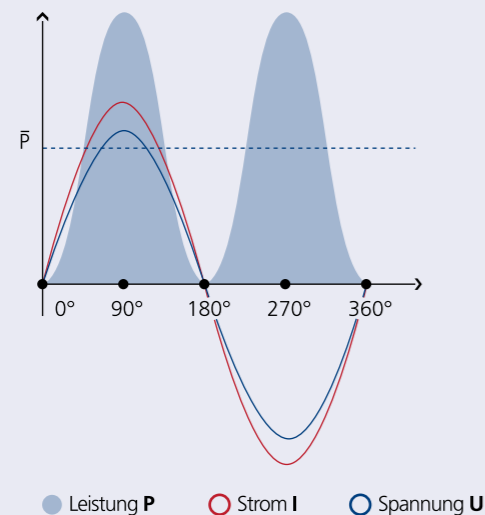


Abb. 3

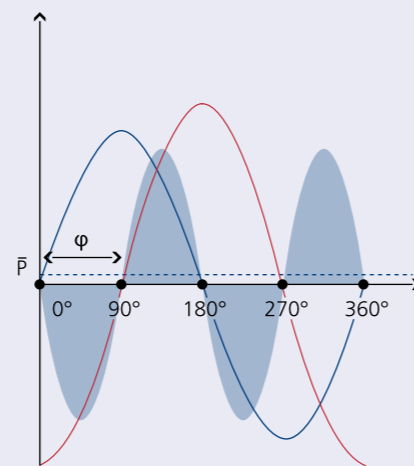
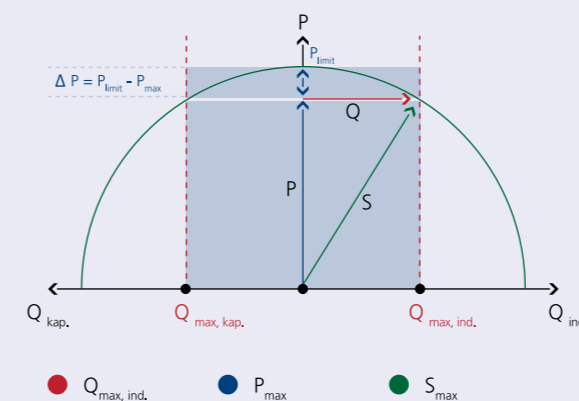


Abb. 4



Wie helfen Ihnen die Powador-Wechselrichter bei der Umsetzung der Mittelspannungsrichtlinie?

Dank ihrer digitalen Steuerung erfüllen die Wechselrichter der Powador TL3-, TR3- und XP-Serie die kompletten Anforderungen der Mittelspannungsrichtlinie. Alle Geräte bieten einen Verschiebungsfaktor $\cos \phi$ von bis zu 0,80 induktiv bzw. 0,80 kapazitiv.

Unter der Serienbezeichnung Powador XP hat KACO new energy Zentralwechselrichter im Programm. Die AC-Nennleistungen betragen 100 kVA, 200 kVA, 250 kVA, 350 kVA und 500 kVA. Ebenfalls in diese Klasse fallen zwei Zentralwechselrichter-Stationen mit einer AC-Nennleistung von 500 kVA bzw. 1 050 kVA.

Die Powador TL3-Serie umfasst acht trafolose Drehstromwechselrichter mit den AC-Nennleistungen 9 000 VA, 10 000 VA, 12 500 VA und 15 000 VA sowie 25 000 VA, 28 000 VA, 30 000 VA und 33 300 VA.

Galvanisch getrennte Drehstromwechselrichter sind die beiden Powador TR3-Geräte: Der Powador 16.0 TR3 mit 13 500 VA sowie der Powador 18.0 TR3 mit 15 000 VA AC-Nennleistung.

Darüberhinaus sind auch die einphasigen Stringwechselrichter der Powador 00-Serie im Leistungsbereich von 6 400 VA bis 8 000 VA in der Lage, richtlinienkonform in die Mittelspannungsebene einzuspeisen.

Kommunikation

Damit die Wechselrichter die Vorgaben des Verteilnetzbetreibers im Mittelspannungsnetz umsetzen können, bedarf es einer Kommunikationsschnittstelle zwischen Verteilnetzbetreiber und den Wechselrichtern. KACO new energy löst dies über eine spezielle Software, KACO-Power-Control, mit der alle Powador-Wechselrichter ausgestattet sind. Diese wird via RS485-Verbindung über den Datenlogger Powador-proLOG angesprochen. Der Powador-proLOG erhält die Vorgaben des Verteilnetzbetreibers entweder fest oder per Fernsteuerbefehl, z. B. über einen Funk-Rundsteuerempfänger.

Als Zubehör zur Anlagenüberwachung steht der Powador-proLOG in verschiedenen Ausführungen zur Verfügung. Je nachdem, in welchem Umfang der Betreiber seine PV-Anlage überwachen will, kann er zwischen den Versionen S, M und XL wählen. Zur Umsetzung der Vorgaben im Rahmen der Mittelspannungsrichtlinie ist der Powador-proLOG XL erforderlich. Ein Datenlogger Powador-proLOG XL kann mit bis zu 31 Wechselrichtern kommunizieren. In Anlagen mit einer höheren Zahl an Wechselrichtern können natürlich auch weitere Datenlogger eingesetzt werden.



Powador 14.0 TL3



Powador 30.0 TL3



Powador XP350-HV TL



500 kW-Station

Zertifizierung einer Anlage.

Im Rahmen der Mittelspannungsrichtlinie ist eine Zertifizierung der PV-Anlage vorgeschrieben. Im Zertifizierungsprozess wird zwischen zwei unterschiedlichen Zertifikaten unterschieden: dem Zertifikat für die gesamte PV-Anlage und den Zertifikaten der Erzeugungseinheiten (letztere sind gleichbedeutend mit den Wechselrichtern). Die Zertifikate der Erzeugungseinheiten stellen die jeweiligen Hersteller bereit.

Eine Anlagenzertifizierung ist nur für Anlagen notwendig, die mehr als 1 MVA Scheinleistung einspeisen oder deren Anschlussleitung eine Länge von 2 km (von der Anlage bis zum Verknüpfungspunkt) überschreitet. Es handelt sich hierbei um einen Einzelvertrag zwischen Anlagen- und Netzbetreiber, der als Teil des Einspeisevertrages auszuhandeln ist.

Im Vorfeld

Schon vor der Planung der Anlage sind die Vorgaben der Mittelspannungsrichtlinie maßgeblich. Der Anschlussnehmer, das heißt der Betreiber der PV-Anlage, muss beim Netzbetreiber einen Antrag auf Anschluss gemäß Mittelspannungsrichtlinie einreichen, woraufhin der Netzbetreiber den geeigneten Netzanschlusspunkt ermittelt. Zu diesem Zeitpunkt entscheidet sich, ob ein Anlagenzertifikat generell notwendig ist. Sollte die Anschlussleitungslänge weniger als 2 km oder die Anlagenleistung weniger als 1 MW betragen, ist keine Zertifizierung der Anlage erforderlich (s. o.).

Anlagenzertifikate können ausschließlich Institutionen ausstellen, die über eine Zulassung des Deutschen Akkreditierungs-Rats (DAR) verfügen. Diese sind derzeit:

- FGH Zertifizierungsstelle (www.fgh-zertifizierung.de)
- Bureau Veritas (www.bureauveritas.de)
- Germanische Lloyd (www.gl-group.com)
- M.O.E. GmbH (www.moe-service.com)

Weitere Informationen sind auf der Website der FGW e. V. (Fördergesellschaft Windenergie und andere Erneuerbaren Energien) unter den Technischen Richtlinien, Teil 8 (Zertifizierung) zu finden: www.wind-fgw.de.

Aufwand

Zeitlicher Aufwand: Die Anlagenzertifizierung sollte bei Vorliegen aller notwendigen Unterlagen nicht mehr als 2 bis 3 Wochen in Anspruch nehmen. Das Zertifikat beantragt der Anlagenplaner oder -projektierer. Verfügbare Einheitszertifikate für Powador Wechselrichter stehen unter www.kaco-newenergy.de im Download-Bereich unter Service zum Herunterladen bereit. Darüberhinaus benötigt die Zertifizierungsstelle validierte Modelle der eingesetzten Wechselrichter, um in Simulationen das Verhalten bei Netzfehlern nachbilden zu können. Die Modelle stellt KACO new energy der Zertifizierungsstelle auf Anfrage direkt zur Verfügung.

Finanzieller Aufwand: Kosten können bislang noch nicht genau beziffert werden, weil noch keine Erfahrungswerte vorliegen. Nach Auskunft einer akkreditierten Zertifizierungsstelle ist mit Kosten in einer Höhe zwischen 10 000 Euro und 20 000 Euro zu rechnen.

Erforderliche Unterlagen:

- alle Zertifikate der Erzeugungseinheiten (werden vom Hersteller bereitgestellt)
- technische Unterlagen aller Komponenten (ggf. in elektronischer Form)
- Informationen des Netzbetreibers über die technischen Gegebenheiten am Anschlusspunkt
- Informationen des Netzbetreibers über die Anforderungen an die Anlage (Technische Einflüsse, Kennlinien, Richtwerte)

Im Nachgang

Die Zertifikate sind 5 Jahre gültig bzw. gelten so lange, wie an der Anlage keine Veränderungen vorgenommen werden. Der Betreiber ist verpflichtet, etwaige Veränderungen der Zertifizierungsstelle zu melden, damit ggf. neu zertifiziert werden kann.

Blindleistungskompensation bei der Anlagenauslegung.

Beispielrechnung

Auch wenn wir gewohnt sind, bei „Leistung“ nur an das zu denken, was technisch korrekt vollständig Wirkleistung heißt, ist die real eingespeiste Leistung immer zusammengesetzt aus Wirkleistung $[P = U \times I \times \cos \phi]$ und Blindleistung $[Q = U \times I \times \sin \phi]$.

Diese Summe wird als Scheinleistung $[S]$ bezeichnet (siehe auch Kasten „Blindleistung auf einen Blick“, S. 8/9). Die Scheinleistung ist die Ausgangsgröße für die tatsächliche Dimensionierung der Wechselrichter in einer Anlage, die auch Blindleistung liefern soll.

Für die folgende Beispielrechnung ist eine PV-Anlage mit einer Gesamt-Generatorleistung von 200 kW gewählt. Die Einspeisung erfolgt in das Mittelspannungsnetz mit variabler Anpassung des Blindleistungsanteils. Als Wechselrichter kommen zum Einsatz: 20 Stück Powador 10.0 TL3 mit einer AC-Nennleistung von 9 kVA.

Theoretische Leistungsberechnung

Einspeisung mit $\cos \phi = 1$, d. h. reine Wirkleistung, keine Blindleistung und keine Phasenverschiebung von Spannung zu Strom.

Wirkleistung P bei Einspeisung mit $\cos \phi = 1$

$$P = 20 \times 9 \text{ kVA} = 180 \text{ kVA}$$

Dieses Verhältnis gründet auf der Empfehlung, dass der PV-Generator eine Leistung von 1,1 x Wechselrichterleistung haben sollte. In der Praxis kann sich dieses Verhältnis ändern, hervorgerufen durch Vorgaben des Netzbetreibers oder Einflussfaktoren aufgrund der Anlagenauslegung (siehe Textbox auf der nächsten Seite „Aspekte bei der Wechselrichter-Auslegung“).

Praktische Leistungsberechnung

Der jeweils zuständige Netzbetreiber ist berechtigt, $\cos \phi$ Werte zwischen 0,95 induktiv und 0,95 kapazitiv zu fordern – auch nach Installation der Anlage. Wird die Anlage zum Beispiel mit einem $\cos \phi$ Wert von 0,95 betrieben, bedeutet dies zum einen die Ein-

speisung von Wirkleistung zuzüglich Blindleistung aber auch die Notwendigkeit einer größeren Dimensionierung der erforderlichen Wechselrichterleistung. Der hier vorgegebene Wert des $\cos \phi$ von 0,95 entspricht einer Phasenverschiebung von Spannung und Strom um $18,2^\circ$.

Berechnung der Scheinleistung S

$$S = \frac{P}{\cos \phi} = \frac{180 \text{ kVA}}{0,95} \approx 189 \text{ kVA}$$

Berechnung der Blindleistung Q

$$Q = \sqrt{S^2 - P^2} = \sqrt{189^2 - 180^2} = 57,6 \text{ kvar}$$

Ergebnis

Die Phasenverschiebung mit einem Verschiebungsfaktor von $\cos \phi = 0,95$ führt dazu, dass die Wechselrichter die errechnete Scheinleistung von 189 kVA bereitstellen müssen.

In diesem Fall wären mögliche Lösungen, einen Wechselrichter mehr des gleichen Typs zu installieren oder 16 Stück Powador 14.0 TL3 mit jeweils einer AC-Nennleistung von 12,5 kVA (kompatible Modulkonfiguration vorausgesetzt).

Darüber hinaus fließen weitere Aspekte bei der Auswahl der Wechselrichter ein, welche Sie bei der Auslegung der Wechselrichterleistung beachten sollten (siehe Seite 14).

Aspekte bei der Wechselrichter-Auslegung

Maximaler $\cos \phi$ Wert

Der $\cos \phi$ Wert, der bei der Inbetriebnahme gültig ist, kann nachträglich vom Netzbetreiber in den Grenzen 0,95 induktiv und 0,95 kapazitiv verändert und angepasst werden. Dies kann zur Folge haben, dass bei einer nicht ausreichenden Dimensionierung der AC-Leistung die Wechselrichter ausgetauscht und die Verkabelungen verändert werden müssen.

Vorhandene Kapazitäten innerhalb der Anlage

Insbesondere bei größeren Solaranlagen sollte eine Kompensation der vorhandenen Kabelkapazität innerhalb des Parks bei der

Dimensionierung der Wechselrichterleistung berücksichtigt werden. Je umfangreicher die Kabelkapazität, desto mehr Blindleistung muss bereit gestellt werden.

Überlastfähigkeit bei Einstrahlung über 1000 W/m²

Je nach Anlagenausrichtung und Wetterlage kann zeitweise Einstrahlungsenergie über 1000 W/m² auftreten. Um diese Energiespitzen aufnehmen zu können, ist eine höhere DC-Leistungsaufnahme des Wechselrichters notwendig. Sollte auf der DC-Seite eine zu geringe Aufnahmekapazität vorhanden sein, geht diese Leistung verloren.

Die aufgeführten Punkte stellen nur einen Ausschnitt der zu beachtenden Aspekte bei der Planung der Wechselrichterleistung dar und fließen je nach Auslegung der Anlage unterschiedlich ein.

Fragen. Antworten.

Kann ich nach Inkrafttreten der Mittelspannungsrichtlinie Powador-Wechselrichter überhaupt noch einsetzen?

Ja. Zur Einspeisung in die Niederspannungsebene sind alle Wechselrichter von KACO new energy weiterhin voll geeignet. Im Ausland können alle unabhängig von der Spannungsebene eingesetzt werden. Falls Sie Wechselrichter auf Lager haben, die zunächst für Deutschland gedacht waren und für den Einsatz im Ausland nun ein Länderupdate benötigen, setzen Sie sich bitte mit uns in Verbindung.

Kann ich einen Powador-Wechselrichter, der nicht auf die Mittelspannungsrichtlinie angepasst wurde, in Deutschland nach dem 1. April 2011 noch anschließen?

In der Niederspannungsebene auf jeden Fall. In der Mittelspannungsebene leider nicht, da hier das Datum entscheidet, zu dem die PV-Anlage in Betrieb geht.

Welche Powador-Wechselrichter erfüllen die Anforderungen der Mittelspannungsrichtlinie?

Bitte setzen Sie für Anlagen in Deutschland, die nach dem 1. April 2011 in Betrieb gehen werden, folgende Geräte ein: Powador 7700 bis 9600; Powador 10.0 TL3 bis 18.0 TL3; Powador 30.0 TL3 bis 39.0 TL3; Powador 16.0 TR3 und 18.0 TR3 sowie die Powador XP-Serie. Details zu diesen Geräten entnehmen Sie bitte auch unserem Gesamtkatalog.

Wann muss ich in die Mittelspannungsebene einspeisen?

Meist wird als Antwort „ab 100 kW Leistung“ zitiert. Doch dies greift zu kurz. Tatsächlich sollte der Anlagenbetreiber dies mit dem Netzbetreiber klären. Dabei empfiehlt sich als Vorgehen, kooperativ zu verhandeln, aber nicht jeder Forderung der Netzbetreiber ungeprüft zuzustimmen. Suchen Sie im Zweifelsfall Beratung.

Kann ich davon ausgehen, dass ich bis 100 kW die volle Wirkleistung des Wechselrichters nutzen darf?

Nein. Zunächst muss mit dem Netzbetreiber geklärt werden, auf welche Spannungsebene einzuspeisen ist. Die Mittelspannungsrichtlinie ermöglicht den Netzbetreibern, einen Wert für $\cos \phi$ von 0,95 induktiv bis 0,95 kapazitiv zu fordern. Damit ist für den Anschluss das Produkt $U \times I \times \cos \phi$ relevant, nicht die Ausgangsnennleistung des Wechselrichters. Es kann dabei vom Netzbetreiber ein dynamisches Einstellen des Blindleistungsanteils je nach der aktuellen Netzsituation gefordert sein oder ein fester Wert für den Verschiebefaktor. Gegebenenfalls muss der Wechselrichter also immer unterhalb seiner möglichen Wirkleistung bleiben.

Wie muss ich eine Anlage dimensionieren, wenn der Netzbetreiber Blindleistung verlangt?

Wir empfehlen für die DC-Seite das Verhältnis $P_{PV\text{-Generator}} = 1,1 \times P_{\text{Wechselrichter}}$. Als Daumenregel können die Anforderungen eines Netzbetreibers gemäß Mittelspannungsrichtlinie eingehalten werden wenn die Wechselrichterleistung AC-seitig um ca. 5 % beaufschlagt wird. Das exakte Vorgehen können Sie am Rechenbeispiel auf Seite 13 ablesen. Wichtig ist letztlich welcher Verschiebefaktor mit dem Netzbetreiber vereinbart wird. Powador-Wechselrichter von KACO new energy bieten einen Spielraum von 0,8 induktiv bis 0,8 kapazitiv.

Welche Unterlagen stellt KACO new energy für die Anlagenzertifizierung zur Verfügung?

Von uns als Wechselrichterhersteller bekommen Sie die Einheitenzertifikate unserer Produkte. Deren Modelle zur Fehlersimulation übergeben wir dem Anlagenzertifizierer direkt auf Anfrage.



KACO new energy GmbH
Zentrale
Carl-Zeiss-Straße 1
74172 Neckarsulm
Germany

Fon +49 71 32 38 18-0
Fax +49 71 32 38 18-703

info@kaco-newenergy.de
www.kaco-newenergy.de