

Foto: Enphase Energy

Mehr AC-Systeme fürs Heim

Mikrowechselrichter ■ Die meisten Installateure haben die herkömmliche DC-Stringtechnologie tief verinnerlicht. Dabei bietet die AC-Technologie einige Vorteile – und liefert durchaus mehr Ertrag. Auch die Inbetriebnahme geht schneller.

Ein Praxisreport

Die Enphase-Lösung: Das US-Unternehmen setzt auf die AC-Technologie, also auf Wechselstrom. In den Niederlanden wurden bereits Megawattanlagen mit IQ7-Mikrowechselrichtern gebaut. In Frankreich sind 80 bis 100 Kilowatt keine Seltenheit. Das Kerngeschäft von Enphase sind aber zurzeit noch klassische Aufdachanlagen für private Haushalte und Kleingewerbe.

Enphase ist bei den Franzosen bereits Marktführer bei Wechselrichtern im Eigenheim. Allerdings bietet die AC-Technik auch eine gute Skalierbarkeit für größere Anlagen, auch weil keine bestimmten Leistungsklassen auf die Module abgestimmt werden müssen.

Seit 2006 schon neun Gigawatt installiert

Seit Bestehen des Unternehmens 2006 hat Enphase immerhin neun Gigawatt Wechselrichterleistung installiert. Tendenz schnell steigend. Die Anforderungen sind hoch: Jede neue Entwicklung muss eine Million Teststunden absolvieren, bevor das Produkt auf den Markt kommt – das entspricht umgerechnet 100 Jahren Betrieb für jedes neue Wechselrichtermodell. Aktuell ist mit der IQ 7-Serie die siebte Generation auf dem Markt.

Die Mikroprozessoren entwickelt Enphase seit Jahren selbst. Großer Vorteil ist dabei die patentierte anwendungsspezifische ASIC-Technologie (Application-Specific Integrated Circuit), die in jedem Mikrowechselrichter von Enphase zum Einsatz kommt.

Diese integrierten Schaltkreise verringern die Zahl der Bauteile pro Platine. Ergebnis: intelligentere Mikrowechselrichter und höhere Zuverlässigkeit gegenüber zentralen Stringwechselrichtern.

Planung: nur drei statt sechs Schritte

Wie unterscheidet sich die Planung einer Enphase-Anlage? Der Installateur spart im Prinzip die Hälfte der Arbeitsschritte. Zuerst muss er das Modul und einen Wechselrichter auswählen. Enphase hat derzeit vier verschiedene Modelle des IQ 7 im Portfolio: das Basismodell und die Geräte IQ 7 Plus, IQ 7X und IQ 7A.

Ein Kompatibilitätsrechner auf der Enphase-Website hilft bei der Auswahl. Ein Vorteil: Die gewählte Kombination aus Modul und Wechselrichter gilt zukünftig für jede weitere Anlage, wird also vorgemerkt. Der Installateur spart wieder Zeit.

Der zweite Schritt ist die finale Dachauslegung, wie viele Module Platz finden und wie sie genau angeordnet werden. Je nachdem, ob das System ein- oder dreiphasig ist, benötigt es entsprechend zwei oder vier zusätzliche Stromsensoren. Anschließend wird als dritter Schritt die AC-Verkabelung, also das mitgelieferte Q-Kabel-Set, zugentlastet angeschlossen – fertig.

Das Q-Kabel ist in einer ein- und in einer dreiphasigen Variante erhältlich. Um die Installation per Plug-and-play auf dem Dach auszuführen, enthält das Q-Kabel sowohl Kabel als auch Stecker und folgt, vorkonfektioniert, dem Prinzip einer Girlande.

Das Prinzip der Girlande

Mithilfe dieser Kabelgirlande werden dann die einzelnen Mikrowechselrichter am AC-Ausgang parallel verschaltet. Mit der Installer Toolkit App lässt sich die Anlage vor Ort in Betrieb nehmen, indem sich der Installateur lokal mit dem zentralen Gateway verbindet.

Im Vergleich zu einer DC-Stringanlage muss der Installateur keine Verschattungsanalyse machen, kommt ohne DC-Schaltungsdesign (also DC-Überspannungsschutz, DC-Kabellängen und -durchmesser) aus und muss keine Stringauslegung mittels herstellerspezifischer Planungssoftware durchführen. Der Installateur spart so im Prinzip drei von sechs Arbeitsschritten ein.

Redundanter NA-Schutz

Durch die Parallelschaltung auf der Ausgangsseite fließen 230 Volt Wechselstrom, auf der DC-Eingangsseite der Mikrowechselrichter werden nur geringe DC-Ströme erreicht, da jedes Modul als eigenständige Photovoltaikeinheit fungiert. Eine Anlage mit bis zu 250 Mikrowechselrichtern kommt mit einem Gateway aus. Danach muss ein zweites Gateway, der Envoy-S-Metered, eingebaut werden.

Eine Anlage mit bis zu 30 Modulen kommt im dreiphasigen Systemaufbau mit einem Q-Relais aus. Dies muss aufgrund der VDE-AR-N-4105-Anforderung eingebaut werden, um einen redundanten Netz- und Anlagenschutz zu gewährleisten, rein technisch wäre das Q-Relais nicht nötig.

Sicherheit hat Priorität

Aber Sicherheit ist Enphase enorm wichtig: Im Brandfall oder sobald das AC-Netz aus einem anderen Grund wegfällt, trennt sich deshalb jeder Wechselrichter innerhalb von Millisekunden galvanisch vom Netz – ohne Kurzschluss der Module.

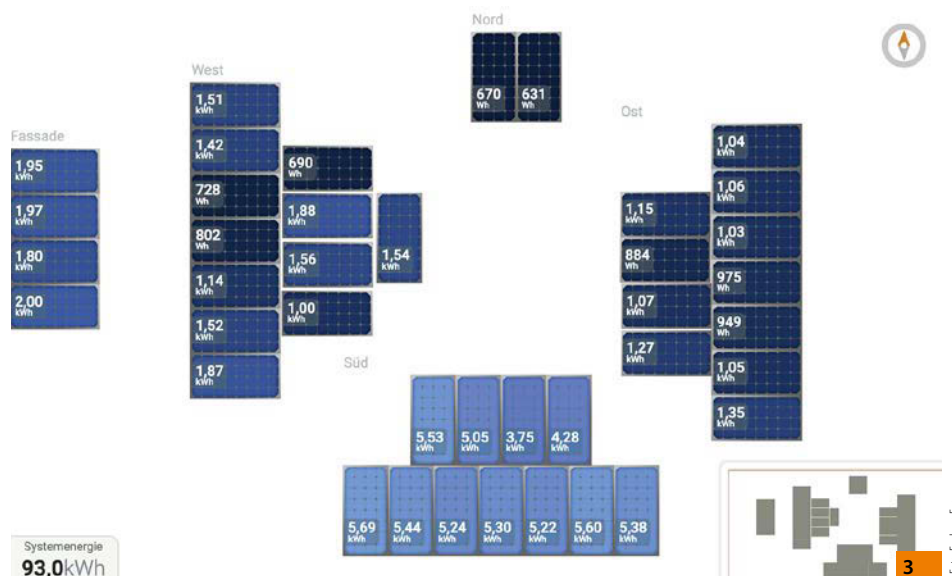
Wie gezeigt, hat die AC-Technologie durch Vorteile gegenüber der herkömmlichen DC-Technologie. Dazu zählt auch: Es gibt keine hohen DC-Spannungen und Ströme auf dem Dach, ein DC-Überspannungsschutz ist sogar unnötig. Zudem entstehen keine DC-Lichtbögen – und



1 Leistungsdaten sonniger Wintertag bei einer Ost-Süd-West-Anlage und Fassadenmodulen. Die Aufnahme um 10 Uhr zeigt sowohl sehr unterschiedliche Leistungen als auch den Einfluss von Teilverschattungen (Südgenerator).

2 Um 12 Uhr ist der Teilverschattungseffekt auf dem Südgenerator noch größer, das schlechteste Modul liefert knapp 30 Watt weniger als alle anderen Module. Ohne Moduloptimierung wäre die Leistung aller anderen Module auf die Leistung des schlechtesten Moduls reduziert, mit entsprechend geringerem Ertrag der Gesamtanlage.

3 Enlighten-Ertragsdaten sieben Tage, Einfluss von Eis und Schnee auf Energieertrag. Ertragsdaten im Februar 2021 über sieben Tage. Selbst an der Fassadenanlage macht sich der negative Einfluss von Teilverschattung durch Schnee und Eis auf den Energieertrag bemerkbar. Abweichungen auf Westgenerator betragen bis zu 272 Prozent (690 Wattstunden vs. 1.880 Wattstunden), sogar bei nebeneinanderliegenden Modulen! Bei einer Stringanlage ohne Optimierer hätte jedes Modul auf dem Westgenerator nur so viel, wie das schlechteste Modul erzeugt.



Somit wird kein wertvoller Wohnraum für die Wechselrichter beansprucht, da kein Platz im Keller oder in den immer knapp dimensionierten Hauswirtschaftsräumen benötigt wird.

Mit welchen Argumenten überzeugen Installateure die Endkunden? Die AC-Technologie von Enphase erhöht die Erträge und verringert zugleich das Ausfallrisiko. Falls Mikroumrichter ausfallen, geht nur der Ertrag eines Moduls verloren.

Mehr Ertrag vom Dach

Das sichert die Amortisation der Anlage und nimmt zusätzlich Druck vom Installateur, der die Reparatur nicht sofort ausführen muss, da ein Großteil der Anlage weiter Strom produziert – und der Ertragsausfall eben nicht bei bis zu 100 Prozent liegt. Im Gegensatz dazu bedeutet ein defekter Stringwechselrichter, dass der Ertrag mindestens der betroffenen Strings, wenn nicht sogar der gesamten Anlage wegfällt.

Der gleiche Effekt kommt auch bei einer Verschattung zum Tragen. Ein verschattetes Modul in einer konventionellen Reihenschaltung reicht aus, damit sich der solare Ertrag vermindert. Die Enphase-Wechselrichter optimieren jedes Modul einzeln über einen MPP-Tracker. Bei einer Verschattung oder einer Degradation kann die Leistung der Module im Laufe der Jahre stark auseinanderlaufen.

Performance Ratio entscheidet

Auch deshalb arbeitet eine Enphase-Anlage im Vergleich zu einer herkömmlichen DC-Anlage effizienter und liefert im Durchschnitt mehr Ertrag. Je mehr die Leistungen der einzelnen Module über die Jahre auseinanderlaufen, desto stärker ist dieser Effekt und damit der Mehrertrag. Der einfache Grund: Das schwächste Modul bestimmt bei einer Reihenschaltung die Leistung und den Ertrag der gesamten Anlage.

Der Spitzenwirkungsgrad des Wechselrichters mag etwas geringer sein als bei einigen Herstellern von Stringwechselrichtern. Aber Spitzenwerte auf Datenblättern liefern eben keine Erträge. Der entscheidende Faktor ist vielmehr, wie hoch der Nutzungsgrad der gesamten Anlage ist, speziell die Performance Ratio (PR), die ja angibt, wie gut die gesamte Anlage gegenüber einer idealen, weil verlustfreien Photovoltaikanlage agiert.

In der Nacht untätig

Deshalb ist es für die Rendite und für den Klimaschutz entscheidender, wie viele Kilowattstunden die Anlage pro Jahr liefert. Und am Ende muss sich die Investition rechnen und die Anlage für den Besitzer refinanzieren.

Ein weiterer Vorteil liegt beim Nachtstrom. Herkömmliche Stringwechselrichter verbrauchen im Stand-by-Betrieb Strom und ziehen den Startstrom morgens aus dem Netz. Die einzelnen Mikrowechselrichter sind dagegen untätig in der

ENPHASE ENERGY

Marktführer für Heimanlagen in den USA und in Frankreich

Das US-Unternehmen wurde bereits 2006 im kalifornischen Fremont von Raghu Belur und Martin Fornage gegründet und hat aktuell 789 Mitarbeiter. Der Start-up-Phase ist das Unternehmen schon lange entwachsen. Um einige Kennzahlen zu nennen: 32 Millionen Wechselrichter hat Enphase seitdem ausgeliefert.

Das entspricht einer installierten Leistung von neun Gigawatt oder 1,3 Millionen Photovoltaikanlagen. In den USA und in Frankreich ist das Unternehmen Marktführer bei Wechselrichtern in Wohngebäuden. Im Geschäftsjahr 2020 wurden 774 Millionen US-Dollar Umsatz erzielt.

► <https://enphase.com/de>

WEBINARE

Jetzt informieren: AC statt DC auf dem Dach

Die kostenlosen Live-Webinare für Einsteiger zeigen die Vorteile der AC-Technologie und die Dienstleistungen, mit denen Enphase die Installateure unterstützt. Danach können die Teilnehmer tief in die Technik eintauchen: Anlagenplanung, Installation und Inbetriebnahme mit der Installer Toolkit App stehen auf dem Programm. Alle Termine und Themen:

► <https://go.enphase.com/de-de/de/webinare2021>

das erhöht insgesamt die Sicherheit der Anlage. Auf dem Dach gibt es so keine gefährliche Berührspannung auf der DC-Seite, denn es fließen im Regelfall maximal 60 Volt DC, damit liegt die Technologie unter der Kleinstspannung von 75 Volt.

Niedrige DC-Spannung

Zudem spart diese Sicherheit langfristig Geld: Aufgrund der niedrigen DC-Eingangsspannungen in Kombination mit einem vorteilhaften

Oberflächen- und Volumenverhältnis wird die thermische Belastung der Bauteile reduziert, was ihre Lebenszeit verlängert.

Nicht ohne Grund kann Enphase ohne Aufpreis 25 Jahre Produktgarantie anbieten, was am Markt einzigartig ist. Die Leistungsdichte der Geräte sinkt zwar etwas, was aber unproblematisch bzw. sogar vorteilhaft ist. Der Platz auf dem Dach ist vorhanden und die Geräte der Schutzklasse IP 67 sind doppelt isoliert und arbeiten zuverlässig draußen.

Nacht, schalten sich komplett aus und ziehen den Einschaltstrom aus den ersten Sonnenstrahlen, welche als „Startenergie“ über die eingebauten Kondensatoren für ein frühes Aufstehen sorgen.

Mikrowechselrichter verbrauchen nachts also keinen Strom, starten morgens früher und arbeiten abends länger – aus der Halbleitertechnik kommend wird das als Burst-Modus-Effekt bezeichnet.

Fazit: drei Prozent mehr Ertrag

Über das ganze Jahr gerechnet, kann sich der Vorteil auf drei Prozent Mehrertrag im Vergleich zu einem System mit Optimierern oder im Bestfall sogar auf bis zu zehn Prozent mehr im Vergleich zu einer Anlage mit Stringwechselrichtern summieren, wie das Monitoring verschiedener Anlagen im Feld gezeigt hat.

Der Mehrertrag ist auch auf die zuverlässige Arbeit der Geräte im Feld zurückzuführen. Die Defektrate der Mikrowechselrichter liegt derzeit bei 0,05 Prozent, Tendenz sinkend. Anders ausgedrückt: Es wird nur ein Gerät von 2.000 Exemplaren ausgetauscht. Die Ausfallzahl wird regelmäßig von Enphase überprüft und ist auch durch unabhängige externe Zertifizierer verifiziert.

AC-Modul vereinfacht Installation

Enphase hat mehrere Partner für AC-Module in Europa. Seit Dezember 2020 ist beispielsweise das neue Sunpower Maxeon 5 AC mit 415 Watt Spitzenleistung hierzulande erhältlich, Sonnenstromfabrik bietet ein neues AC-Modul, ebenso wie DMEGC Solar.

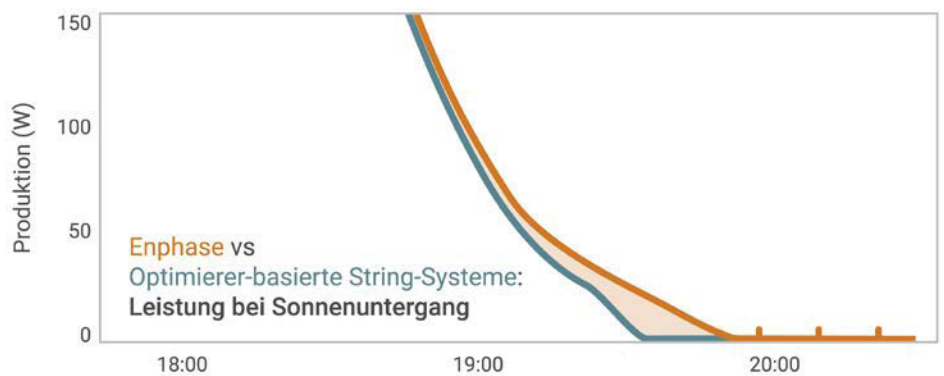
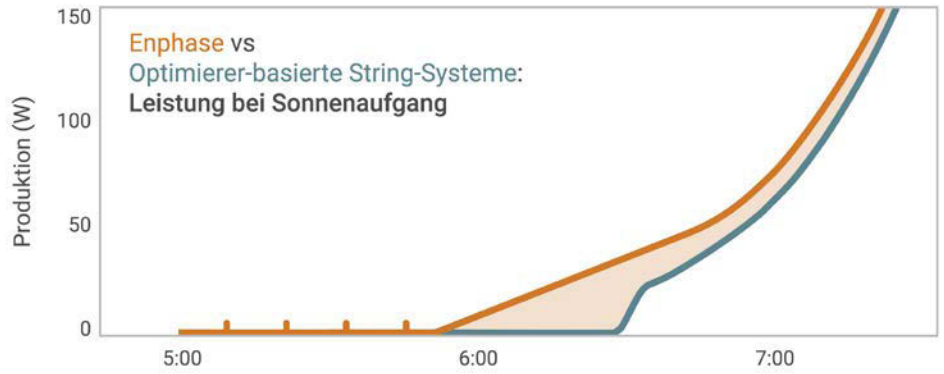
Das alles sind Module, mit denen ein Enphase-Wechselrichter gut harmoniert und bei denen in Kooperation mit dem jeweiligen Modulpartner eine individuelle und wieder schnell lösbare Befestigungsmöglichkeit am Modul entwickelt wurde. Immerhin: Enphase-interne Umfragen unter US-Installateuren haben ergeben, dass mit AC-Modulen und Mikrowechselrichtern zwischen 20 und 40 Prozent der Installationszeit eingespart werden können.

Die Hardwarekomponenten sind das eine, die Software dahinter ist ebenso wichtig. Das Gehirn der Enphase-Anlage steckt in der Kommunikationseinheit Envoy-S-Metered. In dieser Zentrale werden die Daten ermittelt und die Energieströme gesteuert.

Steuerung per PLC

Die Wechselrichter kommunizieren jederzeit über das AC-Kabel per Powerline Communication (PLC) mit dem Envoy-S-Metered. Das Gateway kann die Einspeisung beispielsweise auf einen gewünschten Wert wie 70 Prozent reduzieren oder auch komplett auf null setzen. Die dazugehörige Enlighten-Plattform ermöglicht den Installateuren einen schnellen und kompakten Blick.

So lassen sich die Erträge der Anlage sogar auf Modulebene überprüfen. Alle Details des System-



Anlauf und Ende der Produktion von Sonnenstrom im Tagesverlauf.

System-Planung: String-Anlage vs. Enphase-System

1. Verfügbare Fläche



2. Verschattungsanalyse



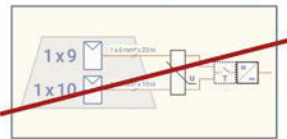
3. Finale Dachplanung



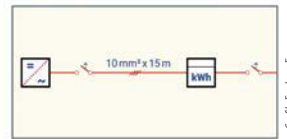
4. String-Auslegung



5. DC-Schaltungsdesign



6. AC-Stromkreis



Im Vergleich zu stringbasierten Anlagen sind bei Enphase nur drei Planungsschritte nötig.

zustands und der Ertragsleistung können über die App abgerufen werden, auch wenn der Installateur im Feld unterwegs ist.

Monitoring für Installateure

Enlighten kann aber mehr: Eine Art Heatmap zeigt beispielsweise die individuellen Ertrags- und Leistungsdaten für einen definierten Zeitraum für jedes einzelne Modul. Eine Fehlermeldung für ein Modul wird dann automatisch geprüft.

Der Austausch des jeweiligen Mikrowechselrichters kann dann, wenn nötig, über den Enligh-

ten-Manager-Zugang durch den jeweiligen Installateur beantragt werden.

Status jederzeit einsehbar

Der Status des Auftrags ist jederzeit einsehbar. Der Monteur muss den Schreibtisch somit gar nicht verlassen. Für die Überprüfung eines potenziellen Garantiefalls entstehen keine Folgekosten durch einen Außendiensteeinsatz. Eine weitere Besonderheit ist der Zugang zum Enphase Installateurs-Netzwerk (EIN), der ebenfalls in der App hinterlegt ist.

DIE AUTOREN

JARNO WAGNER

Seit Anfang 2020 ist Wagner bei Enphase Energy als Geschäftsführer für den flächendeckenden Aufbau der DACH-Märkte verantwortlich.



Foto: Denersol

DIETMAR GECKELER

ist Gründer und Geschäftsführer der Denersol Strategie- und Technologieberatung mit Sitz in Berlin. Er blickt auf mehr als 15 Jahre Erfahrung in der Solar- und Speicherbranche zurück. Denersol berät Unternehmen aus der Energiewirtschaft sowie Wohnungswirtschaft. Enphase Energy begleitet er seit mehreren Jahren beim Aufbau neuer Märkte und bei der Einführung neuer Produkte.



Foto: Denersol

Batteriewechselrichtern. Sie sorgen für die Ladung und Entladung. Die in diesem neuen Speichersystem enthaltenen Batteriewechselrichter basieren bereits auf der IQ8-Plattform.

Sie werden als netzgekoppelte Solarwechselrichter mit Back-up-Funktion auch bald in Deutschland erhältlich sein. Die Batterieeinheiten kommunizieren kabellos mit dem zentralen Gateway Envoy-S-Metered, welches auch die Lade- und Entladesteuerung übernimmt.

IQ 8D bedient zwei Module

Enphase Storage wird abgerundet mit der automatischen und intelligenten Netztrenneinheit Enpower. Neben der normativ geforderten allpoligen Trennung bei Störung des Netzes sorgt Enpower auch für ein Lastmanagement im Notstrombetrieb. Zudem ermöglicht es durch direkte Verschaltung auch die solare Nachladung von Encharge im Falle einer Störung des Netzes.

Für Gewerbeanlagen kommt später in diesem Jahr zusätzlich der IQ 8D auf den deutschen Markt. Das D steht für „dual“ und bedeutet, dass zwei Module an einen Umrichter angeschlossen

werden können. Das halbiert die Zahl der Mikrowechselrichter im Verhältnis zu den verbauten Modulen.

IQ 7 und IQ 8 sind kombinierbar

So können Anlagengrößen bis 300 Kilowatt mit Enphase-Geräten wirtschaftlich gebaut werden. Zudem sind die Anlagen jederzeit erweiterbar. Dabei müssen die Module oder Wechselrichter nicht gleich sein oder zueinander passen. Jede Anlage könnte sowohl IQ7- als auch IQ8-Geräte kombinieren. Zudem sind die Geräte von Enphase grundsätzlich aufwärtskompatibel.

Mit den Mikrowechselrichtern werden das Systemdesign, die Planung, die Installation und die Wartung von Photovoltaikanlagen vereinfacht. Die Möglichkeiten für die Installateure wachsen, denn die neue Technik erschließt neue Anwendungen und neue Kunden. Bisher hat die DC-Technik auf dem Dach dominiert. Nun werden AC-Systeme an Bedeutung gewinnen und neue Dynamik in die Photovoltaik bringen.

Das sind gute Aussichten für die dezentrale Energiewende in Deutschland.

Enphase-Installationspartner können so Trainingsseminare der Enphase University absolvieren und Fragen oder Erfahrungen mit Kollegen über die Enphase Community austauschen. So bleibt der Installateur immer auf dem Laufenden und ist gut vernetzt.

Regelmäßig fragt Enphase die Kundenzufriedenheit seiner Fachpartner über die App ab. Im Schnitt werden dabei sehr gute und überdurchschnittliche Werte erreicht.

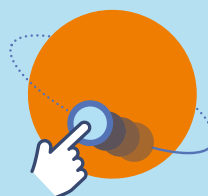
Heimspeicher und Inselnetz

Die Geräte des IQ 7 sind noch rein netzgekoppelt, das wird sich im nächsten Jahr mit der neuen IQ8-Serie ändern. Diese Neuentwicklung kann auch als Inselwechselrichter agieren und netzfern arbeiten. Über die faktisch unterbrechungsfreie Umschaltfunktion kann das System auf Knopfdruck auch physisch vom Netz getrennt und eine Ersatzstromversorgung aufgebaut werden.

In den USA wurde zudem schon die neue Heimspeicher-Produktfamilie Enphase Storage vorgestellt. Zu dieser gehört beispielsweise das AC-Speichersystem Encharge, das je nach Modell über 3,5 oder 10,5 Kilowattstunden nutzbare Kapazität verfügt. Encharge ist in diesen Schritten beliebig erweiter- und auch untereinander kombinierbar.

Die Lithium-Eisenphosphat-Zellen dafür liefert der Weltmarktführer aus Asien. Enphase baut dann aus diesen Zellen die Batteriemodule und kombiniert diese mit den proprietären Enphase-

Anzeige

**Meteonorm 8***Irradiation data for every place on Earth***Aufdatierte historische, aktuelle und zukünftige Daten****Neue Klimaperioden (2000 – 2019 / 1996 – 2015)****Aktuelle Daten für die ganze Welt****Neue IPCC-Szenarien****www.meteonorm.com****Meteotest**