



Abs	Elektropraktiker (1 / 2013)	Joule (2 / 2013)	Abs
	<b>Tuning für den Sonnenstrom</b> (Sascha Rentzing)	<b>Tuning für Solarpaneele</b> (Sascha Rentzing)	
0	Smarte Module mit eingebauten Leistungsoptimierern liegen voll im Trend. Sie können mehr Ertrag aus PV-Anlagen herausholen, übernehmen die Modulüberwachung und sogar Brandschutzfunktionen. Doch die Elektronik hat auch ihre Schwachstellen.	Alleskönner   Smarte Module mit eingebauten Leistungsoptimierern liegen voll im Trend. Sie können mehr Ertrag aus Photovoltaikanlagen herausholen, übernehmen die Modulüberwachung und sogar Brandschutzfunktionen. Doch die Elektronik hat auch ihre Schwachstellen.	0
	<b>Erträge häufig schlechter als erwartet</b>		
1	Photovoltaik-Betreibern dürften diese Zahlen der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) zu denken geben. Jede achte Solaranlage in Deutschland läuft deutlich schlechter, als sie eigentlich sollte. Nach der DGS-Analyse erreichen fast 190000 der insgesamt 1,5 Millionen Kraftwerke einen Jahresertrag von weniger als 750 kWh pro kW – eine ziemlich ernüchternde Zwischenbilanz, wenn man bedenkt, dass heute selbst im schattigen Norden der Republik 800 bis 900 kWh Jahresernte üblich sind. Im sonnigen Süddeutschland liefern Anlagen sogar durchschnittlich 1200 kWh.	Photovoltaik-Betreibern dürften diese Zahlen der Deutschen Gesellschaft für Sonnenenergie (DGS) zu Denken geben: Jede achte Solaranlage in Deutschland läuft deutlich schlechter, als sie eigentlich sollte. Nach der DGS-Analyse erreichen fast 190.000 der insgesamt 1,5 Mio Kraftwerke einen Jahresertrag von weniger als 750 kWh pro Kilowatt - eine ziemlich ernüchternde Zwischenbilanz, wenn man bedenkt, dass heute selbst im schattigen Norden der Republik 800 bis 900 kWh Jahresstromernte üblich sind. Im sonnigen Süddeutschland liefern Anlagen sogar durchschnittlich 1.200 kWh.	1
2	Dass in einem Hightech-Land wie Deutschland so viele Sonnenkraftwerke unter Soll laufen, ist schwer vorstellbar, hat aber naheliegende Gründe. Es ist wie bei allen Neuanschaffungen: Anfangs sind Betreiber für ihr neues Sonnenkraftwerk ganz Feuer und Flamme – sie überprüfen regelmäßig die Stromeinspeisung, polieren sogar die Module auf Hochglanz, damit kein Schmutz die Sonnenernte stört. Mit der Zeit lassen Begeisterung und Wartungsdrang jedoch nach. Wuchernde Bäume und Büsche verschatten dann unbemerkt Teile der Anlage oder Vogeldreck und alternde Zellen schmälern die Stromausbeute.	Dass in einem Hightech-Land wie Deutschland so viele Sonnenkraftwerke unter Soll laufen, ist schwer vorstellbar, hat aber naheliegende Gründe. Es ist wie bei allen Neuanschaffungen: Anfangs sind Betreiber für ihr neues Sonnenkraftwerk ganz Feuer und Flamme - sie überprüfen regelmäßig die Stromeinspeisung, polieren sogar die Module auf Hochglanz, damit kein Schmutz die Sonnenernte stört. Mit der Zeit lassen Begeisterung und Wartungsdrang jedoch nach. Wuchernde Bäume und Büsche verschatten unbemerkt Teile der Anlage oder Vogeldreck und alternde Zellen schmälern die Stromausbeute.	2
	„Solche schleichenden Ertragsminderungen werden oft spät oder gar nicht erkannt“, erklärt DGS-Photovoltaikexperte Tomi Engel. Die Folge: Betreibern geht Einspeisevergütung verloren, wodurch die Anlage leicht unrentabel werden kann.	„Solche schleichenden Ertragsminderungen werden oft spät oder gar nicht erkannt“, erklärt DGS-Photovoltaikexperte Tomi Engel. Die Folge: Betreibern geht Einspeisevergütung verloren, wodurch die Anlage leicht unrentabel werden kann.	3
3	Die gute Nachricht: Moderne Elektronik kann das Risiko unerwünschter Mindererträge verringern.	Die gute Nachricht: Moderne Elektronik kann das Risiko unerwünschter Mindererträge verringern.	4
4	Der neueste Trend: Sogenannte Leistungsoptimierer, kleine Boxen in der Größe einer Zigarettenschachtel, die durch ein intelligentes Spannungsmanagement mehr Energie aus Photovoltaikanlagen holen können. Mittlerweile bietet über ein Dutzend Spezialfirmen die kleinen Powerboxen an.	Der neueste Trend: Sogenannte Leistungsoptimierer, kleine Boxen in der Größe einer Zigarettenschachtel, die durch ein intelligentes Spannungsmanagement mehr Energie aus Photovoltaikanlagen holen können. Mittlerweile bietet über ein Dutzend Spezialfirmen die kleinen Powerboxen an.	

Abs	Elektropraktiker (1 / 2013)	Joule (2 / 2013)	Abs
	Modulhersteller und Großhändler integrieren sie direkt in die Paneele. Sie können aber auch nachträglich in bestehende Anlagen eingebaut werden. Das ist für Installateure kein Problem, denn die Geräte lassen sich fix mit Halteklammern am Modulrahmen befestigen und funktionieren mit allen marktgängigen Wechselrichtern.	Modulhersteller und Großhändler integrieren sie direkt in die Paneele. Sie können aber auch nachträglich in bestehende Anlagen eingebaut werden. Das ist für Installateure kein Problem, denn die Geräte lassen sich fix mit Halteklammern am Modulrahmen befestigen und funktionieren mit allen marktgängigen Wechselrichtern.	
	<b>Gute Erträge trotz Schatten</b>	<b>Gute Erträge trotz Schatten</b>	
5	Ein Blick ins Detail offenbart, warum es bei typischen Anlagenkonfigurationen leicht zu Ertragseinbußen kommen kann. Meistens werden Module eines Sonnenkraftwerks in Reihe in einem Strang geschaltet. Da der generierte Strom auf dem Weg zum Wechselrichter alle Module passieren muss, bestimmt das schwächste Glied in der Reihe, wie viel Energie den Strang am Ende verlässt. Funktioniert also nur ein Modul nicht richtig, sinkt gleich der Ertrag der gesamten Solaranlage.	Ein Blick ins Detail offenbart, warum es bei typischen Anlagenkonfigurationen leicht zu Ertragseinbußen kommen kann: Meistens werden Module eines Sonnenkraftwerks in Reihe in einem Strang geschaltet. Da der generierte Strom auf dem Weg zum Wechselrichter alle Module passieren muss, bestimmt das schwächste Glied in der Reihe, wie viel Energie den Strang am Ende verlässt. Funktioniert also nur ein Modul nicht richtig, sinkt gleich der Ertrag der gesamten Solaranlage.	5
	Leistungsoptimierer wirken Verlusten entgegen, denn sie bestimmen für jedes einzelne Modul den optimalen Arbeitspunkt. Dadurch kann kein verschattetes oder defektes Paneel den Betrieb der anderen stören – die Anlagenleistung bleibt konstant hoch.	Leistungsoptimierer wirken Verlusten entgegen, denn sie bestimmen für jedes einzelne Modul den optimalen Arbeitspunkt. Dadurch kann kein verschattetes oder defektes Paneel den Betrieb der anderen stören - die Anlagenleistung bleibt konstant hoch.	6
6	Solarteure haben bereits gute Erfahrungen mit Leistungsoptimierern gemacht. Matthias Lanfermann zum Beispiel, Elektroinstallateur aus dem westfälischen Holzwickede, hat mittlerweile fünf Photovoltaikanlagen mit „Energy Maximizern“ der US-Firma Tigo Energy ausgestattet. „Die Anlagen laufen spitze“, schwärmt der Fachmann. Seine letzte Installation, gebaut auf einem südostwärts aufgerichteten Dach mit Gaube, habe an einem Tag im vergangenen August acht Kilowattstunden geerntet.	Solarteure haben bereits gute Erfahrungen mit Leistungsoptimierern gemacht. Matthias Lanfermann zum Beispiel, Elektroinstallateur aus dem westfälischen Holzwickede, hat mittlerweile fünf Photovoltaikanlagen mit „Energy Maximizern“ der US-Firma Tigo Energy ausgestattet. „Die Anlagen laufen spitze“, schwärmt der Fachmann. Seine letzte Installation, gebaut auf einem südostwärts aufgerichteten Dach mit Gaube, habe an einem Tag im vergangenen August acht Kilowattstunden Solarstrom geerntet.	7
	Das sei ein Tageswert, den in dieser Region normalerweise nur konsequent nach Süden gebockte Anlagen an kühlen Sonnentagen erreichen.	Das sei ein Tageswert, den in dieser Region normalerweise nur konsequent nach Süden gehockte Anlagen an kühlen Sonnentagen erreichen.	
7	Testergebnisse der Photon Laboratory in Aachen bestätigen die guten Erfahrungen des Elektromeisters. Die Firma untersuchte den Ertrag von Leistungsoptimierern der israelischen Firma Solaredge sowohl unter verschatteten als auch unter nicht verschatteten Umständen. Vier Arten der Teilabschattung wurden im Photon-Labor simuliert: horizontale Verschattung, Gauben, Mast und Teilleistung durch eine reduzierte Einstrahlung. Diese Situation tritt in der Praxis	Testergebnisse der Photon Laboratory in Aachen bestätigen die guten Erfahrungen des Elektromeisters. Die Firma untersuchte den Ertrag von Leistungsoptimierern der israelischen Firma Solaredge sowohl unter verschatteten als auch unter nicht verschatteten Umständen. Vier Arten der Teilabschattung wurden im Photon-Labor simuliert: horizontale Verschattung, Gauben, Mast und Teilleistung durch eine reduzierte Einstrahlung. Diese Situation tritt in der Praxis	8

Abs	Elektropraktiker (1 / 2013)	Joule (2 / 2013)	Abs
	etwa dann auf, wenn das Modulfeld bei tiefstehender Sonne nicht mehr gleichmäßig beschienen wird. Ergebnis des Tests: Solaredges „Power Optimizer“ (Bild  ) optimieren unter allen Umständen. So sorgen sie im Schnitt für 5 bis 8 % Mehrertrag.	etwa dann auf, wenn das Modulfeld bei tiefstehender Sonne nicht mehr gleichmäßig beschienen wird. Ergebnis des Tests: Solaredges „Power Optimizer“ optimieren unter allen Umständen. So sorgen sie im Schnitt für fünf bis acht Prozent Mehrertrag.	
8	Für die Firma ist das gute Resultat ein willkommener Anlass, um kräftig die Werbetrommel für ihr Produkt zu rühren. „Unsere Geräte können noch viel mehr“, verspricht Solaredge-Europachef Joachim Nell. So lassen sich defekte Module mithilfe einer zusätzlichen Monitoringfunktion recht leicht aufzuspüren. Die Leistungsoptimierer senden stetig Strom und Spannung an den Solaredge-Wechselrichter oder die sogenannte Interface-Box, ein spezielles Gerät zur Datenerfassung. Inverter oder Box übertragen die Informationen dann via Internet an das Solaredge-Portal, das die Leistungsdaten jedes einzelnen Moduls darstellt. Bei Bedarf erstellt das System sogar E-Mails, die Nutzer automatisch über Probleme ihrer Anlage informieren. „Damit sind Betreiber sofort im Bilde, wenn etwas schief läuft“, sagt Nell.	Für die Firma ist das gute Resultat ein willkommener Anlass, um kräftig die Werbetrommel für ihr Produkt zu rühren. „Unsere Geräte können noch viel mehr“, verspricht Solaredge-Europachef Joachim Nell. So lassen sich defekte Module mithilfe einer zusätzlichen Monitoringfunktion recht leicht aufspüren. Die Leistungsoptimierer senden stetig Strom und Spannung an den Solaredge-Wechselrichter oder die sogenannte Interface-Box, ein spezielles Gerät zur Datenerfassung. Inverter oder Box übertragen die Informationen dann via Internet an das Solaredge-Portal, das die Leistungsdaten jedes einzelnen Moduls darstellt. Bei Bedarf erstellt das System sogar E-Mails, die Nutzer automatisch über Probleme ihrer Anlage informieren. „Damit sind Betreiber sofort im Bilde, wenn etwas schief läuft“, sagt Nell.	9
	<b>Unauffällige Alleskönner</b>	<b>Unauffällige Alleskönner</b>	
9	Weitere wichtige Funktion der „Power Optimizer“ ist die eingebaute Brandfallabschaltung. Diese bewirkt, dass die Module keinen Strom abgeben, wenn sich der Wechselrichter ausschaltet – zum Beispiel, weil Einsatzkräfte den elektrischen Hausanschluss kappen.	Weitere wichtige Funktion der „Power Optimizer“ ist die eingebaute Brandfallabschaltung. Diese bewirkt, dass die Module keinen Strom abgeben, wenn sich der Wechselrichter ausschaltet - zum Beispiel, weil Löschkkräfte den elektrischen Hausanschluss kappen. „Das Solarsystem stellt damit keine Gefahr bei der Brandbekämpfung dar“, betont Neil.	10
		Brandsicherheit ist seit Jahren ein heißes Thema in der Solarbranche. Da Module selbst dann noch unter Spannung stehen, wenn sie über den Hauptschalter ausgeschaltet werden, droht Feuerwehrlern beim Einsatz auf dem Dach im schlimmsten Fall der Elektroschlag. Einige Experten fordern daher einen Notausschalter, der die Module bei Feuer spannungsfrei schaltet. Diese Funktion übernimmt der „Power Optimizer“ nun gleich mit.	11
10	Es ist die Vielseitigkeit der Leistungsoptimierer, die immer mehr Solaranbieter dazu bringt, ihre Module mit den Allroundern auszustatten.	Es ist die Vielseitigkeit der Leistungsoptimierer, die immer mehr Solaranbieter dazu bringt, ihre Module damit auszustatten.	
	Trina Solar aus China etwa, einer der weltweit größten Modulproduzenten, hat mit „Trinasmart“ seit diesem Sommer Paneele mit Leistungsoptimierern im Programm. Die Firma integriert sie schon bei der Produktion an der Rückseite der Module. In Deutschland setzen	Trina Solar aus China etwa, einer der weltweit größten Modulproduzenten, hat mit „Trinasmart“ seit diesem Sommer Paneele mit Leistungsoptimierern im Programm. Die Firma integriert sie schon bei der Produktion auf der Rückseite der Module. In Deutschland setzen	12

Abs	Elektropraktiker (1 / 2013)	Joule (2 / 2013)	Abs
	unter anderem die Anbieter Solon und Krannich Solar auf die Elektronik. „Dank der Geräte kommen jetzt mehr Dächer für die Photovoltaik in Frage. Das macht sie sehr interessant“, sagt Andrea Kern, die in Krannichs technischem Support arbeitet.	unter anderem die Anbieter Solon und Krannich Solar auf die Elektronik. „Dank der Geräte kommen jetzt mehr Dächer für die Photovoltaik in Frage. Das macht sie sehr interessant“, sagt Andrea Kern, die in Krannichs technischem Support arbeitet.	
11	Allerdings stehen hinter der viel gelobten Technik auch Fragezeichen. Für Betreiber ist der entscheidende Punkt, dass sie sich auch rechnet. Die große Bandbreite möglicher Fehlerquellen und Ertragssteigerungen macht Aussagen zur Wirtschaftlichkeit allerdings schwierig – schon wenige Prozent mehr oder weniger Ertrag können die Bilanz eines Solarkraftwerks gehörig ins Wanken bringen. Weil Prognosen darüber, was die Boxen genau leisten, schwierig sind, lässt zum Beispiel Elektromeister Lanfermann die Zusatzelektronik bei seinen Ertragsberechnungen vorerst außen vor. „Ich werde sie erst mit einbeziehen, wenn unabhängige Simulationssoftware die neuen Geräte berücksichtigt.“ Doch an diesen Programmen mangelt es im Augenblick noch.	Allerdings stehen hinter der viel gelobten Technik auch Fragezeichen. Für Betreiber ist der entscheidende Punkt, dass sie sich auch rechnet. Die große Bandbreite möglicher Fehlerquellen und Ertragssteigerungen macht Aussagen zur Wirtschaftlichkeit allerdings schwierig – schon wenige Prozent mehr oder weniger Ertrag können die Bilanz eines Solarkraftwerks gehörig ins Wanken bringen. Weil Prognosen darüber, was die Boxen genau leisten, schwierig sind, lässt zum Beispiel Elektromeister Lanfermann die Zusatzelektronik bei seinen Ertragsberechnungen vorerst außen vor. „Ich werde sie erst mit einbeziehen, wenn unabhängige Simulationssoftware die neuen Geräte berücksichtigt.“ Doch an diesen Programmen mangelt es im Augenblick noch.	
12	Betreiber können daher nur pauschal abschätzen, ob sich die Anschaffung eines Leistungsoptimierers für sie lohnt. Derzeit kosten Solaranlagen inklusive Installation in Deutschland im Schnitt 1800 Euro pro Kilowatt.	Betreiber können daher nur pauschal abschätzen, ob sich die Anschaffung eines Leistungsoptimierers für sie lohnt. Derzeit kosten Solaranlagen inklusive Installation in Deutschland im Schnitt 1.800 € pro kW.	13
	Für einen Mehrertrag von fünf Prozent darf die Elektronik also nicht mehr als 90 Euro pro Kilowatt kosten, damit sie sich amortisiert. Für Leistungsoptimierer der beiden Marktführer Solaredge und Tigo gäbe es nach dieser Rechnung grünes Licht – beide Firmen wollen ihre Geräte dieses Jahr für 70 Euro pro Kilowatt verkaufen. Allerdings stehen die Anbieter unter hohem Druck. Solartechnik muss wegen rasch sinkender Einspeisetarife für Sonnenstrom schnell billiger werden. In Deutschland sinkt die Vergütung je nach Zubau monatlich um 1,4 bis 2,8 %. Diese Degression müssen die Elektrofachbetriebe mitgehen.	Für einen Mehrertrag von fünf Prozent darf die Elektronik also nicht mehr als 90 € pro kW kosten, damit sie sich amortisiert. Für Leistungsoptimierer der beiden Marktführer Solaredge und Tigo gäbe es nach dieser Rechnung grünes Licht – beide Firmen wollen ihre Geräte dieses Jahr für 70 € pro kW verkaufen. Allerdings stehen die Anbieter unter hohem Druck. Solartechnik muss wegen rasch sinkender Einspeisetarife für Sonnenstrom schnell billiger werden. In Deutschland sinkt die Vergütung je nach Zubau monatlich um 1,4 bis 2,8 %. Diese Degression müssen die Elektrofirmen mitgehen.	
13	Fragezeichen stehen auch hinter der Zuverlässigkeit der Powerboxen. „Mehr Elektronik bedeutet mehr Bauteile. Damit stellen Leistungsoptimierer eine zusätzliche Fehlerquelle für Photovoltaikanlagen dar“, erklärt Stefan Zanger, Produktmanager beim Kasseler Wechselrichterhersteller SMA. Dieser Einwand ist nicht unberechtigt, zumal es bisher kaum Betriebserfahrung mit der jungen Technik gibt. Marktführer Solaredge verkauft erst seit vorigem Jahr größere Mengen seiner „Power Optimizer“. Klar ist nur: Geht eine Box kaputt, muss der Installateur ran und sie austauschen.	Fragezeichen stehen auch hinter der Zuverlässigkeit der Powerboxen. „Mehr Elektronik bedeutet mehr Bauteile. Damit stellen Leistungsoptimierer eine zusätzliche Fehlerquelle für Photovoltaikanlagen dar“, erklärt Stefan Zanger, Produktmanager beim Kasseler Wechselrichterhersteller SMA. Dieser Einwand ist nicht unberechtigt, zumal es bisher kaum Betriebserfahrung mit der jungen Technik gibt. Marktführer Solaredge verkauft erst seit vorigem Jahr größere Mengen seiner „Power Optimizer“. Klar ist nur: Geht eine Box kaputt, muss der Installateur ran und sie austauschen.	14

Abs	Elektropraktiker (1 / 2013)	Joule (2 / 2013)	Abs
	Auf den Kosten bleibt unter Umständen der Betreiber sitzen. Üblich sind bei Leistungsoptimierern Garantien von zehn oder zwölf Jahren – die Module haben zu diesem Zeitpunkt noch eine Lebenszeit von etwa 15 Jahren vor sich.	Auf den Kosten bleibt unter Umständen der Betreiber sitzen. Üblich sind bei Leistungsoptimierern Garantien von zehn oder zwölf Jahren – die Module haben zu diesem Zeitpunkt noch etwa 15 Jahre vor sich.	
	<b>Interessante Alternativen</b>	<b>Hohe Verkaufszahlen</b>	
14	Abgesehen von den drohenden technischen Problemen sieht SMA-Manager Zanger auch keinen großen Markt für Leistungsoptimierer. „Nach unseren Beobachtungen liegen Verschattungsverluste bei Solaranlagen im Jahr bei nur 3 %. Wir glauben, dass sich diese Verluste zum Großteil bereits durch eine gute Anlagenplanung ausgleichen lassen.“	Abgesehen von den drohenden technischen Problemen sieht SMA-Manager Zanger auch keinen großen Markt für Leistungsoptimierer. „Nach unseren Beobachtungen liegen Verschattungsverluste bei Solaranlagen im Jahr bei nur drei Prozent. Wir glauben, dass sich diese Verluste zum Großteil bereits durch eine gute Anlagenplanung ausgleichen lassen.“	15
	Nur wenn die Entscheidung bewusst auf einen Standort fiel, wo mit starker Verschattung zu rechnen sei, böte sich zusätzliche Elektronik an, so Zanger. Für diesen Fall empfiehlt er aber keine Leistungsoptimierer, sondern sogenannte Modulwechselrichter (Bild  ).	Nur wenn die Entscheidung bewusst auf einen Standort fiel, wo mit starker Verschattung zu rechnen sei, böte sich zusätzliche Elektronik an, so Zanger. Für diesen Fall empfiehlt er aber keine Leistungsoptimierer, sondern sogenannte Mikrowechselrichter.	
	Sie nehmen die Idee der Powerboxen auf und gehen noch einen Schritt weiter: Sie optimieren nicht nur die Leistung auf Modulebene, sondern wandeln den Gleichstrom der Zellen auch direkt am Ort der Erzeugung in Wechselstrom um. So können mehrere kleine Inverter einen zentralen Wechselrichter im Keller oder auf dem Dachboden ersetzen – der Installationsaufwand <b>verringert sich</b> .	Sie nehmen die Idee der Powerboxen auf und gehen noch einen Schritt weiter: Sie optimieren nicht nur die Leistung auf Modulebene, sondern wandeln den Gleichstrom der Zellen auch direkt am Ort der Erzeugung in Wechselstrom um. So können mehrere kleine Inverter einen zentralen Wechselrichter im Keller oder auf dem Dachboden ersetzen – der Installationsaufwand <b>bleibt gering</b> .	
	Betreiber haben also die Qual der Wahl. Gehen sie den herkömmlichen Weg und verlassen sich auf die optimale Planung und Auslegung <b>der PV-Anlage</b> ? Oder wählen sie das volle Programm: Smarte Module, die automatisch die Anlagenleistung verbessern, ihre Daten zur Visualisierung an ein Webportal übermitteln und sich zudem bei Feuer entspannen? Wie es aussieht, können sich Anlagenbesitzer für die leistungssteigernden Allrounder durchaus begeistern: Die Verkaufszahlen der Anbieter schnellen derzeit in die Höhe.	Betreiber haben also die Qual der Wahl. Gehen sie den herkömmlichen Weg und verlassen sich auf die optimale Planung und Auslegung <b>des Installateurs</b> ? Oder wählen sie das volle Programm: Smarte Module, die automatisch die Anlagenleistung verbessern, ihre Daten zur Visualisierung an ein Webportal übermitteln und sich zudem bei Feuer ausschalten? Wie es aussieht, können sich Anlagenbesitzer für die leistungssteigernden Allrounder durchaus begeistern: Die Verkaufszahlen der Anbieter schnellen derzeit in die Höhe.	16