

Warum nur 30 Gigawatt?

Vier Gründe, warum viel mehr Solarstromanlagen installiert werden können

Wie viel Solarstromanlagen verträgt das deutsche Stromnetz? Nicht mehr als 30.000 Megawatt, befand der Chef der Deutschen Energie-Agentur, Stephan Kohler. PHOTON hat seine Argumente durchleuchtet – besonders stichhaltig sind sie nicht. Die Sicherungsmechanismen von Wechselrichtern verhindern beispielsweise, dass überhaupt zu viel Solarstrom eingespeist werden kann.

Wir bekommen durch die Photovoltaik ein Riesenproblem in den Netzen, das bisher kaum beachtet wurde: Die Netze stehen vor der Überlastung durch Sonnenstrom. Der Ausbau der Photovoltaik muss deshalb schnell drastisch eingeschränkt werden«, das forderte der Chef der Deutschen Energie-Agentur GmbH (Dena), Stephan Kohler, Mitte Oktober in der »Berliner Zeitung«. Andere Blätter übernahmen die Nachricht und warnten vor einem Netzkollaps. Eine Begründung für seine Befürchtung blieb Kohler jedoch schuldig. Auch im PHOTON-Interview (Seite 18) kann er nicht schlüssig erklären, warum Solarstrom die Netze ab einer Grenze von 30 Gigawatt überfordern sollte. PHOTON-Redaktion und -Testlabor haben daher nach Szenarien gesucht, die Kohlers These unterstützen – oder aber widerlegen.

Fall 1: Die Solarleistung übersteigt die Stromnachfrage in Deutschland ...

... aber nicht schon, wie von Kohler behauptet, bei einer installierten Leistung von 30.000 Megawatt. Die minimale Last im Sommer beträgt zwar etwa 35.000 Megawatt, allerdings in der Nacht. Zur Mittagszeit liegt sie der europäischen Verbundnetzorganisation ENTSO-E (Abkürzung aus »European Network of Transmission System Operators



Noch entfernt von der Überlastung durch Solarenergie: die Stromnetze

for Electricity«, Nachfolgerin der UCTE) zufolge bei etwa 45.000 Megawatt. Zudem ist ein Megawatt Solarleistung nicht gleichzusetzen mit einem Megawatt Verbrauch. Der sogenannte Gleichzeitigkeitsfaktor dämpft die tatsächliche Solarleistung auf etwa 70 Prozent ihres Nennwertes. Ein Megawatt solare Nennleistung im deutschen Solarkraftwerkspark liefert eine Spitzenleistung von etwa 700 Kilowatt – meistens allerdings deutlich weniger. Zum einen, weil die Einstrahlungsbedingungen nie für alle Anlagen gleichzeitig optimal sind. Zum anderen, weil viele Anlagen zu den einstrahlungsstärksten Zeiten des Jahres nur etwa 70 bis 90 Prozent ihrer Nennleistung liefern, wie eine Auswertung von bei PHOTON Control registrierten Einzelanlagen ergab. Ein wesentlicher Grund dafür ist, dass bei steigenden Modultemperaturen die Leistung nachlässt – um etwa 0,5 Prozent je Grad Celsius. Die Dachneigung und die Hinterlüftung der Module sind hier die entscheidenden Faktoren.

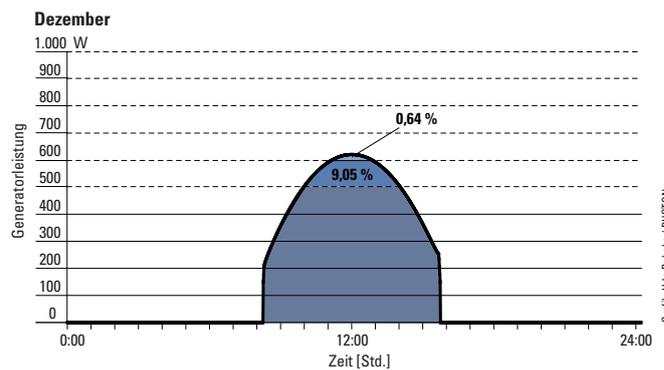
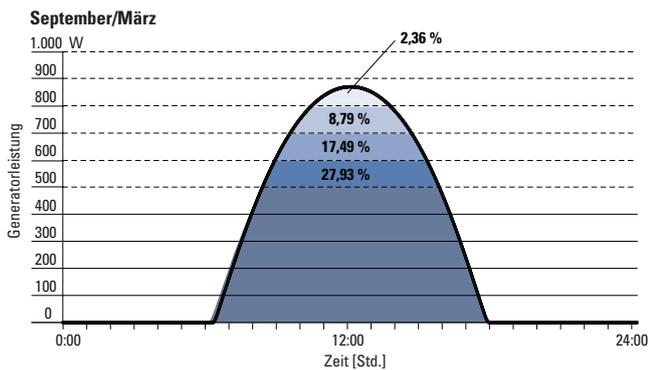
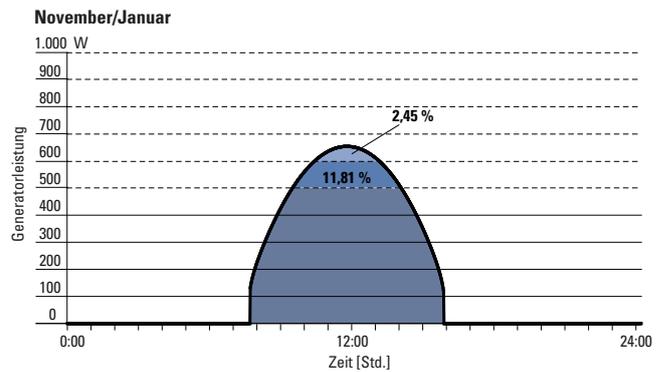
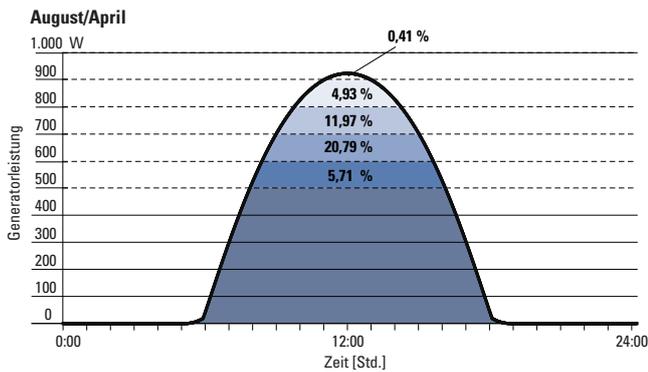
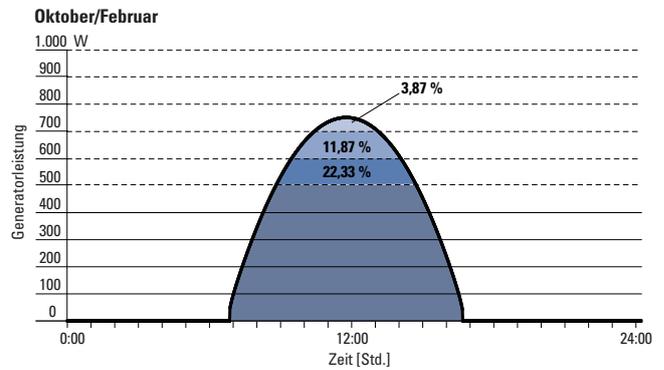
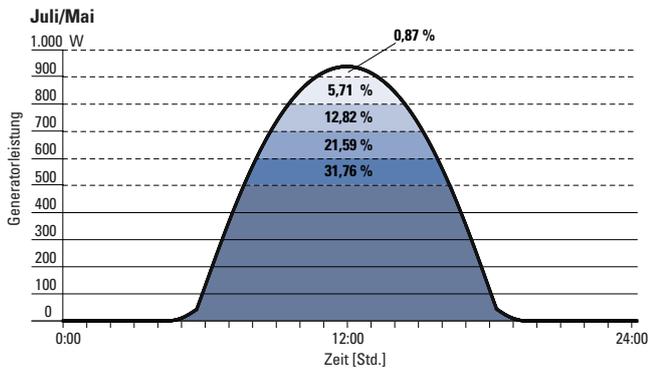
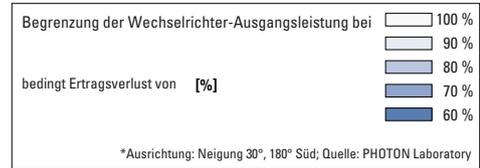
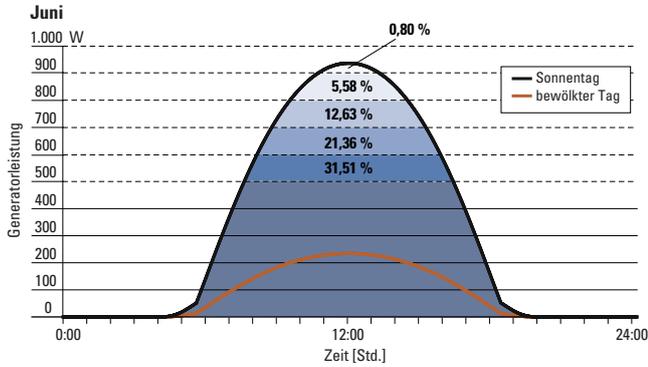
Rechnet man mit einem Gleichzeitigkeitsfaktor von 70 Prozent, so wären selbst an einem weitgehend wolkenfrei-

en Tag etwa 64.000 Megawatt an Solarleistung nötig, um die Mindestlast von 45.000 Megawatt zur Mittagszeit zu decken. Geht man überdies noch davon aus, dass künftig immer mehr Anlagen auf Ost- oder Westfächer montiert werden, so sinkt die tatsächliche Spitzenleistung des deutschen Solarzoos noch weiter.

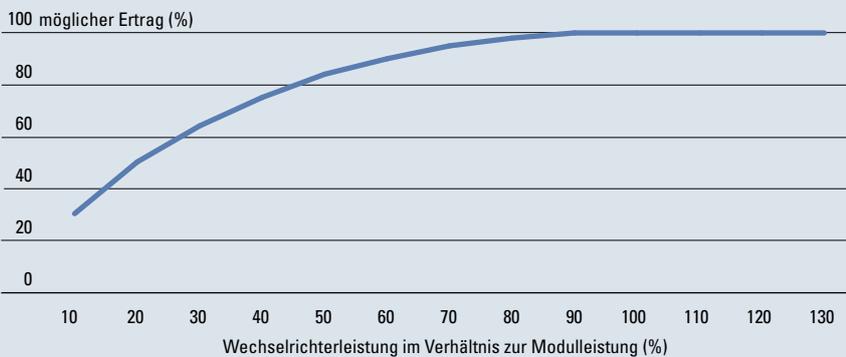
Fall 2: Und wenn doch so viel Sonne scheint, dass Photovoltaik den gesamten in Deutschland verbrauchten Strom liefern könnte ...

... und gleichzeitig einige konventionelle Kraftwerke und andere Erneuerbare-Energien-Anlagen nicht schnell genug gedrosselt werden können? In diesem Fall würde sich die Frequenz des Wechselstroms – normalerweise 50 Hertz – zunächst sukzessive erhöhen. Doch schon bei 50,2 Hertz wäre Schluss, denn bei diesem Wert müssen Solarwechselrichter im Niederspannungsnetz vom Netz gehen, Geräte im Mittelspannungsnetz müssen abregeln. Probleme könnte es allenfalls geben, wenn sehr viele Wechselrichter –

Wie die Begrenzung der Wechselrichterleistung wirkt normiert auf ein Kilowatt Anlagenleistung*



Ertragsrückgang durch unterdimensionierte Wechselrichter



Solange der Wechselrichter nicht allzu sehr unterdimensioniert ist, bleibt der Jahresertrag fast stabil

Die meisten Wechselrichter sind überdimensioniert, denn sie sind so ausgelegt, dass sie auch noch die letzte vom Solargenerator gelieferte Kilowattstunde ins Netz einspeisen können. Weil die Module jedoch nur an wenigen Stunden im Jahr unter Volllast arbeiten, liegt ein Teil der Inverterleistung die meiste Zeit brach. Diese Auslegung führt zugleich zu der typischen Glockenkurve der Solarstrom einspeisung (siehe Grafik links). Würde man den Wechselrichter unterdimensionieren, so verstetigte man hingegen die Solarstrom einspeisung zumindest für einige Stunden am Tag, gleichzeitig spart man Ausgaben für einen sehr leistungsfähigen Inverter. Der Preis dafür sind Energieverluste zu den sehr sonnigen Zeiten. Allerdings ist dieser Preis nicht allzu hoch. Das PHOTON-Labor hat für deutsche Einstrahlungsverhältnisse ermittelt, dass selbst bei einer Kappung

der Wechselrichterleistung auf 70 Prozent der Modulleistung nur fünf Prozent des Solarertrages verloren gehen. Sogar bei einer Halbierung der Wechselrichterleistung werden immer noch 84 Prozent des Solarstroms eingespeist.

Eine dementsprechende Anlagenauslegung dient auch der Stabilität des Stromnetzes und verringert die Kosten für dessen Betrieb. Denn bislang müssen die Leistungsanstiege und -abfälle in der Solarstrom einspeisung vom konventionellen Kraftwerkspark ausgeglichen werden – dort wird also je nach Solarstrom einspeisung mehr oder weniger Strom erzeugt. Bei einer konstanteren Einspeisung wäre das nicht mehr in dem Maße notwendig. Da Regelenergie zum Teuersten gehört, was der Strommarkt zu bieten hat, könnte eine andere Anlagenauslegung zu Einsparungen zugunsten der Stromverbraucher führen. *cpo*

mit einer Gesamtleistung von mehr als 3.000 Megawatt – gleichzeitig die Einspeisung einstellen. Dann wären plötzlich zu wenig Erzeugungsanlagen am Netz und die Sekundenreserve des europäischen Verbundnetzes wäre überfordert. Infolge dessen würde die Frequenz des Netzes plötzlich stark sinken. Unterhalb einer Frequenz von 47,5 Hertz würden dann auch noch die verbliebenen Wechselrichter abschalten – ein Blackout wäre die Folge.

Dieser Teufelskreis besteht vor allem wegen der veralteten Netzanschlussbedingungen. Mit der Neuauflage der Niederspannungsrichtlinie, die kurz bevorsteht, wird dieses Phänomen Geschichte. Die neuen Bedingungen sehen vor, dass die Wechselrichter sich nicht ausschalten, sondern ihre Leistung langsam nach oben oder unten anpassen. Philipp Strauß vom Fraunhofer-Institut für Windenergie und Energiesystemtechnik (IWES) fordert, dass

dieser Teil der Bedingungen zügig umgesetzt wird. »Die Wechselrichterhersteller sollten sich genehmigen lassen, die Grenzen zu verschmieren«, rät er. Bei Geräten im Bestand sei es überdies sinnvoll, die Software nachträglich anzupassen. Aus Kreisen von Wechselrichterherstellern ist zu hören, dass darüber durchaus nachgedacht wird.

Die Leistungsbegrenzung würde bei den Anlagenbetreibern übrigens kaum auffallen: Selbst eine Abregelung der Einspeiseleistung bei 70 Prozent der Spitzenleistung des Solargenerators führt maximal zu Ertragseinbußen von knapp 13 Prozent (siehe Grafik). Das gilt für volle Sonneneinstrahlung im Sommer. An bewölkten Tagen und zu anderen Jahreszeiten liegt die tatsächliche Generatorleistung ohnehin maximal bei 80 Prozent der Nennleistung – hier ist ein Abregeln kaum erforderlich. Eine Analyse des PHOTON-Labors zu den Auswirkungen dieser Spitzenkappung

für eine Solaranlage in Aachen brachte das Ergebnis, dass eine auf 70 Prozent ihrer Nennleistung gedrosselte Photovoltaikanlage immer noch 95 Prozent des ursprünglichen Ertrages bringt (siehe Kasten), zu ähnlichen Ergebnissen ist man auch am IWES gekommen.

Fall 3: Die konventionellen Kraftwerke lassen sich nicht so schnell wieder hochfahren, wie die Solarleistung am Nachmittag abnimmt

Die Turbinen in fossilen Kraftwerken brauchen eine Weile, um Leistung zu bringen, das Wasser in den Kesseln der Kraftwerke verdampft nicht auf Knopfdruck schneller. Dieser Einspeisegradient, auch Rampe genannt, bestimmt darüber, wie schnell der konventionelle Kraftwerkspark der Einspeisung der Photovoltaik folgen kann. Beim IWES ist man zu dem Ergebnis gekommen, dass zum Beispiel bei einer Solarleistung von 70 Gigawatt die Steilheit der Rampe bei maximal 20 Gigawatt pro Stunde liegt. »Das ist natürlich erheblich, dazu brauchen wir einen flexibleren Kraftwerkspark«, sagt Strauß. Bei 35 Gigawatt Solarleistung hingegen würde die Rampe maximal nur zehn Gigawatt pro Stunden betragen. Das ist ein Wert, der schon im heutigen Kraftwerkspark erreicht wird, wie ein Blick auf die Verbrauchsdaten an einigen Tagen im November zeigt.

Die Rampe könnte bei steigendem Solarstromanteil damit ein Problem darstellen. Doch dieses lässt sich sowohl mit mehr ost- wie westorientierten Solarstromanlagen lösen als auch mit einer prophylaktischen ferngesteuerten Leistungsbegrenzung, wenn absehbar ist, dass ein Tag besonders viel Solarstrom bringen wird. Am besten wäre natürlich ein möglichst flexibler und reaktionsschneller Kraftwerkspark. Sei es auf Basis von Gas- oder Speicherkraftwerken.

Fall 4: Alle diese Maßnahmen helfen nichts ...

... was zwar eigentlich unmöglich ist (Frequenzabschaltung, Regelbarkeit neuer Solarstromanlagen), doch dann könnte überschüssiger Solarstrom, der ja nur im Sommer anfällt, in andere Länder exportiert werden. Frankreich beispielsweise hat in den vergangenen Jahren immer wieder große Mengen Strom aus Deutschland bezogen. Christoph Podewils