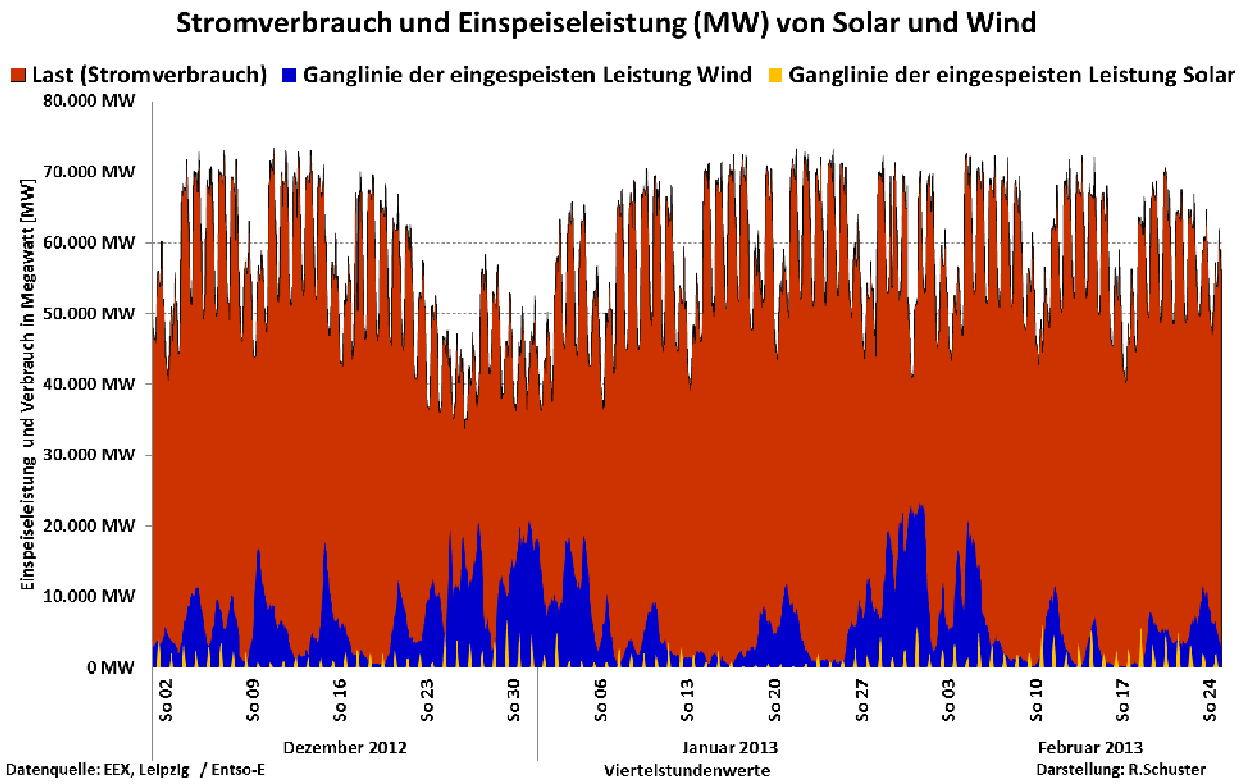
Lastganglinien als Erfolgskontrolle der Energiewende mit Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen

Zurzeit wird die Energiewende fast ausschließlich unter dem Aspekt der extrem hohen Kosten von bis zu einer Billion € diskutiert. Weit wichtiger als die Frage der Wirtschaftlichkeit ist jedoch die Frage der Funktionalität eines zukünftigen Stromversorgungssystems mit überwiegendem Anteil an Strom aus Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen, da beide Energieträger starken zeitlichen Schwankungen unterliegen, die nicht mit der Stromnachfrage korrelieren. Erneuerbare Energieanlagen wie Brennstoffzellen oder Biogasanlagen, die entsprechend der Stromnachfrage steuerbar sind, können auf Grund der geringen Nennleistungen im Rahmen der hier anzustellenden Betrachtungen zur Erfolgskontrolle über Lastganglinien außer Betracht bleiben.

Eine energiewirtschaftliche Bewertung der Stromeinspeisung aus Windkraft- und Fotovoltaik-Anlagen kann sehr zuverlässig über Lastganglinien erfolgen, die den zeitlichen Verlauf der Einspeiseleistungen der jeweiligen Erzeugungsanlagen darstellen. Bei Gegenüberstellung der im deutschen Stromnetz benötigten Leistung kann anhand der Lastganglinien wirkungsvoll kontrolliert werden, welcher Energieträger mit welchem prozentualen Anteil den momentanen Bedarf deckt.

Diese effektive Erfolgskontrolle mittels der Lastganglinien unterbleibt in allen öffentlich geführten Diskussionen. Dabei ist aus allen Daten der zu ihrer Veröffentlichung gesetzlich verpflichteten Übertragungsnetzbetreiber Amprion, 50 Hertz, TenneT und Transnet BW (www.eeg-kwk.net) und der European Energy Exchange (www.eex.com) klar zu erkennen, dass die sichere Stromversorgung in Deutschland ohne einen ausreichend großen **dargebotsunabhängigen konventionellen Kraftwerkspark** nicht gewährleistet werden kann. Nur ein „allzeit bereiter" Kraftwerkspark ist in der Lage, die Diskrepanz zwischen Stromangebot und Stromnachfrage zu decken.

Diagramm 1: Stromverbrauchskurve (Band bis ca. 73 000 MW) in den Wintermonaten 2013 und die Einspeiseleistungen aller Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen in Deutschland



Zur Erzeugung des in Deutschland verbrauchten Stroms speisen Kraftwerke mit einer Leistung von bis zu 80.000 MW in zeitlicher Abhängigkeit vom Verbrauch in das öffentliche Stromnetz ein. Diese von den Anforderungen der Stromverbraucher zeitabhängige **Einspeiseleistung** wird bisher von konventionellen und seit einigen Jahren

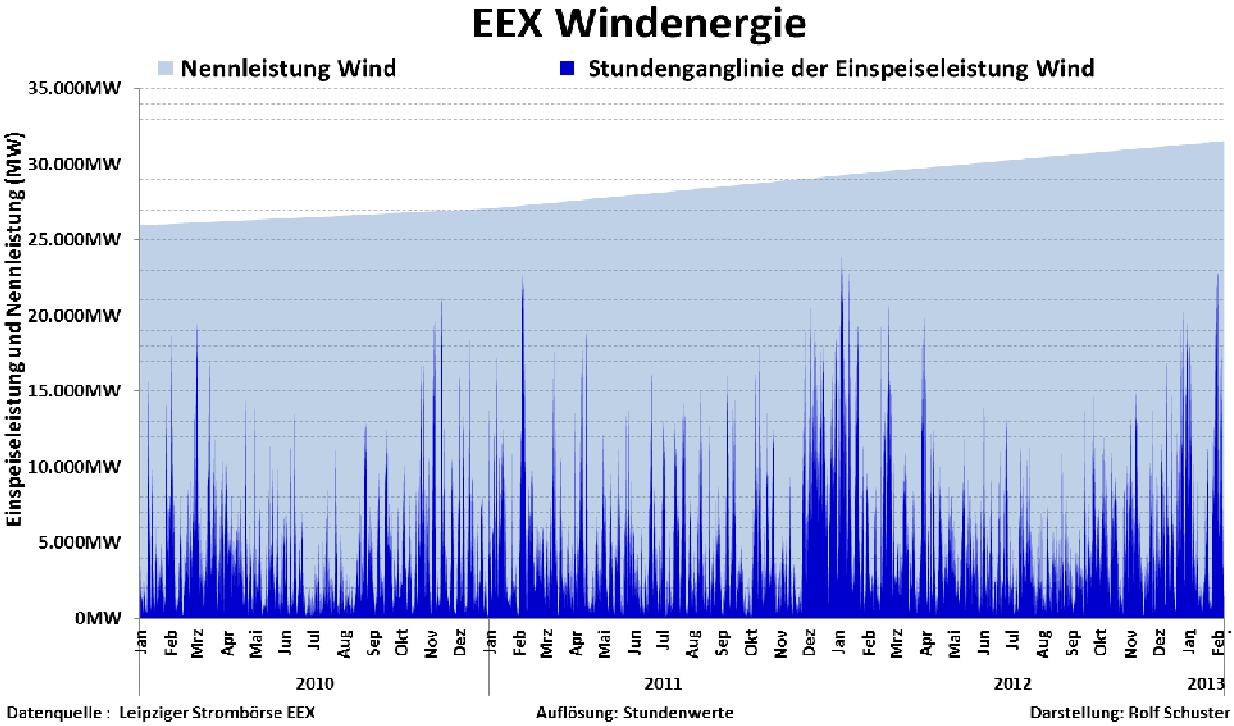
verstärkt von regenerativen Stromerzeugungs-Anlagen bereitgestellt, wobei die EEG-Anlagen mit gesetzlich festgelegtem Vorrang ins Stromnetz einspeisen, während die konventionellen Anlagen dem stark variierenden Stromverbrauch und der unsteten Einspeiseleistung der Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen nachregeln. Im Diagramm 1 sind die akkumulierten Einspeiseleistungen aller Windenergie-Anlagen (Wind blau) und aller Fotovoltaik-Anlagen (Solar gelb) maßstäblich zum Stromverbrauch (roter Hintergrund) für den Zeitraum Dezember 2012 bis Februar 2013 wiedergegeben.

In Deutschland sind aktuell **24.000 Windenergie-Anlagen** mit einer Nennleistung von ca. **30.000 MW** und Fotovoltaik-Anlagen mit einer Nennleistung von ca. **32.000 MW** installiert. Damit hat der Bestand an Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit zusammen **62.000 MW Nennleistung** fast die Größenordnung der **Einspeiseleistung** des Kraftwerksparks erreicht, die zur Sicherstellung einer stabilen Stromversorgung in Deutschland zeitgleich zur Abnahme im Stromnetz zur Verfügung stehen muss. *Als Nennleistung einer Stromerzeugungsanlage wird die höchste Leistung definiert, die bei optimalen Betriebsbedingungen dauerhaft zur Verfügung gestellt werden kann. Windenergie-Anlagen erreichen beispielsweise ihre auf dem Typenschild angegebene Nennleistung erst bei Windgeschwindigkeiten ab 13 m/sec bis 15 m/sec, die bei starken bis stürmischen Windverhältnissen vorliegen und per Definition zu „Widerstand beim Gehen gegen den Wind" führen.*

Lastganglinien

Zuverlässige Aussagen über die Wertigkeit der Stromerzeugung aus Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen, d.h. Aussagen über die zeitadäquate Erzeugung von kWh (elektrische Arbeit), können aus **Lastganglinien** gewonnen werden, da diese **den zeitlichen Verlauf der Einspeiseleistung** dokumentieren.

Diagramm 2: Lastganglinie (zeitabhängige Einspeiseleistung) aller deutschen Windenergie-Anlagen ab 2010 mit aktuell 30.000 MW Nennleistung

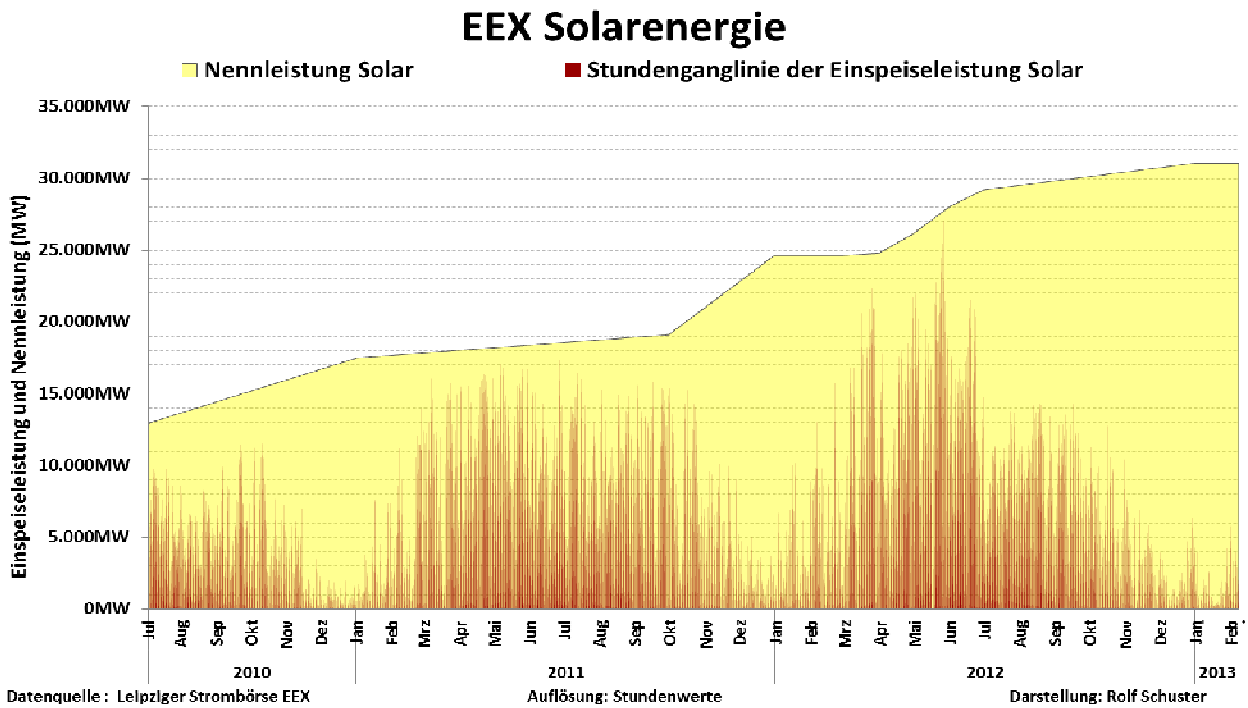


Das Diagramm 2 stellt die gesamte Stromeinspeisung aller Windenergie-Anlagen in Deutschland im Zeitraum 2010 bis Februar 2013 dar. In diesem Zeitraum wurde die installierte Nennleistung des Windenergie-Kraftwerkparks um 5 000 MW auf über 30.000 MW erhöht (blauer Hintergrund). Die dargestellte Lastganglinie ist charakterisiert durch eine ausgeprägte Stochastik mit hohen Leistungsspitzen und langen Zeiträumen minimaler Einspeiseleistung. Eine gesicherte Stromeinspeisung mit einem akzeptablen „Sockel" an Einspeiseleistung ist über den gesamten Darstellungszeitraum nicht zu konstatieren. Daher bleibt die „gesicherte Minimalleistung" aller 24 000 Windenergie-Anlagen in Deutschland trotz des starken Zubaus der

letzten Jahre im gesamten Zeitraum und insbesondere auch in den Wintermonaten mit höherem Stromverbrauch weiterhin nahezu Null: „***Wenn kein Wind weht, sind alle Windmühlen betroffen***“.

In der öffentlichen Diskussion der Regenerativen Energien werden gerne die Begriffe „Elektrische Leistung (kW)“ und „Elektrische Arbeit (kWh)“ miteinander vermischt. Die Zuwachsraten an installierter Nennleistung werden als Beleg für den Erfolg der regenerativen Stromerzeugung gewertet, obwohl diese nur den Zuwachs an möglichem Potential bei optimalem Angebot an Windgeschwindigkeit und Sonneneinstrahlung beschreiben. Zur Klarstellung sei nochmals dieses einfache Beispiel angefügt: Eine Windenergie-Anlage mit einer Nennleistung von 1 MW liefert, wenn sie über einen Tag ständig mit ihrer maximalen Leistung von 1 MW betrieben wurde, die elektrische Arbeit von 24 MWh (1 MW*24h=24 MWh). Bei Windgeschwindigkeiten unter 3 m/sec steht die Anlage still; die volle Leistung wird bei Sturmstärke erreicht. Die oft geübte Praxis der Verrechnung von Nennleistungen regenerativer Anlagen mit den Leistungen von „Atomkraftwerken“ ist entweder raffiniert angelegte Irreführung oder zeugt von völliger Unkenntnis der Fakten.

Diagramm 3: Lastganglinie (zeitabhängige Einspeiseleistung) aller deutschen Fotovoltaik-Anlagen ab Juli 2010 mit aktuell 32.000 MW Nennleistung; „Stundenganglinie“, weil Stundenwerte genutzt werden.

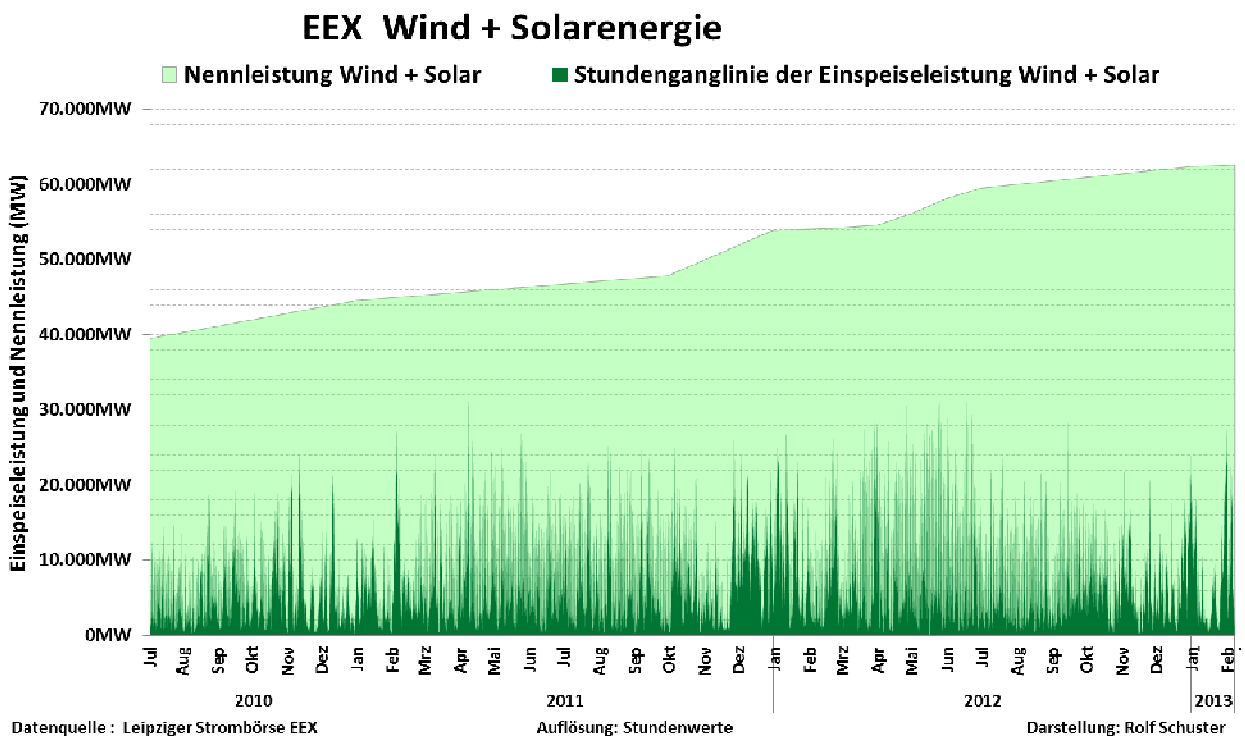


Das Diagramm 3 mit Darstellung der Lastganglinie aller deutschen Fotovoltaik-Anlagen und der Entwicklung der Nennleistung dieser Anlagen mit aktuell ca. 300 Millionen m² Kollektorfläche spiegelt den rasanten Ausbau innerhalb der letzten drei Jahre (13 000 MW -> 32 000 MW Nennleistung) und den krassen Widerspruch zu den tatsächlich eingespeisten Leistungen wider. Auffällig sind auch die hohen Stromimpulse in den Sommermonaten, die kurzzeitig in den Mittagsstunden ins Stromnetz eingespeist werden und mit dem starken Zubau der Anlagen in den letzten Jahren sehr hohe Amplituden mit steilen Flanken erreichen. Zudem ist die Lastganglinie des gesamten Fotovoltaik-Anlagenparks durch den stark ausgeprägten Sommer-Winterzyklus charakterisiert. In den Wintermonaten wurden an vielen Tagen nur wenige Hundert MW Leistung als Maximal-Amplitude in der Mittagszeit erreicht.

Durch die Abhängigkeit von der Sonneneinstrahlung können diese Anlagen grundsätzlich nur eine gepulste Stromeinspeisung mit teilweise sehr hohen Stromspitzen zur Mittagszeit vorwiegend in den Sommermonaten anbieten. In den Wintermonaten tendiert die Stromeinspeisung auch um die Mittagszeit zu Minimalwerten von wenigen Hundert MW. Die stark verminderte Bereitstellung von elektrischer Arbeit (kWh) aus Fotovoltaik in den Wintermonaten – hervorgerufen durch den niedrigen Sonnenstand und die im Winter vorherrschenden Wetterlagen – läuft dem in dieser Jahreszeit stark steigenden Strombedarf der Verbraucher konträr entgegen. In den Wintermonaten werden nur etwa 10 % der elektrischen Arbeit (kWh) der Sommermonate erzeugt.

Im Diagramm 4 wurden die Einspeiseleistungen aller Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen in Deutschland für den Zeitraum 2010 bis 2013 aufsummiert. Das Diagramm zeigt ebenfalls sehr deutlich die Diskrepanz zwischen der installierten Nennleistung (hellgrüne Fläche) mit einem starken Zuwachs von über 20.000 MW Nennleistung seit Mitte 2010 auf aktuell 62.000 MW Nennleistung und der Lastganglinie der unstet einspeisenden Anlagen. Die im Diagramm als dunkelgrüne Fläche ausgebildete Lastganglinie (Flächenintegral) repräsentiert die gewonnene elektrischen Arbeit (kWh) über die Jahre. 2010 wurden laut Fraunhofer Institut 49,5 Milliarden kWh, 2012 73,7 Milliarden kWh ins Stromnetz eingespeist.

Diagramm 4: Lastganglinie (zeitabhängige Einspeiseleistung) aller deutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen ab Juli 2010 mit aktuell 62 000 MW Nennleistung



Die von allen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen erzeugte Leistung ist als Lastganglinie (dunkelgrüne Zackenkurve) dargestellt. Man erkennt unschwer, dass die erzeugte Leistung (Einspeiseleistung) dauerhaft nur einen geringen Teil der Nennleistung, also der maximal möglichen Leistung bei optimalen Betriebsbedingungen bezüglich des Dargebots an „Sonne und Wind“ ausmacht. Durch Überlagerung von „Sonne und Wind“ wird ein gewisser Ausgleich in der Sommer-Winter Charakteristik der Lastganglinie erreicht.

Auffällig bei allen Lastganglinien ist die Charakteristik der Stromeinspeisung mit hohen Spitzen und tiefen Tälern über den gesamten Zeitraum, ohne dass über den starken Zubau an Anlagen in den letzten Jahren ein Trend zur Vergleichmäßigung der Einspeiseleistung oder eine „Sockelbildung“ für die Minimale Einspeiseleistung zu konstatieren ist. Auch in 2012 wäre ohne Vorhalten eines vollumfänglichen konventionellen Kraftwerksparks mit grundlastfähigen Anlagen die Stromversorgung des Industriestandorts Deutschland nicht machbar gewesen, obwohl bereits 74 Milliarden kWh über „Sonne und Wind“ in 2012 eingespeist wurden. Bisher konnte noch kein konventionelles dargebotsunabhängiges Kraftwerk durch Anlagen auf Basis von „Sonne und Wind“ ersetzt werden.

Die Diagramme 5 und 6 dokumentieren den Beitrag der Einspeiseleistung aller deutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit **62.000 MW Nennleistung** zur Stromversorgung jeweils im Zeitraum 12. bis 17. Januar 2013 bzw. 15. bis 18. Februar 2013. Diese „Lupen“ der im Diagramm 4 dargestellten akkumulierten Lastganglinie zeigen sehr deutlich, dass auch über relativ lange Zeiträume die Stromnachfrage mit bis zu 70.000 MW Einspeiseleistung nur durch minimale Beiträge von **wenigen Hundert MW** Leistung aus Fotovoltaik und Windenergie gedeckt werden konnte.

Diagramm 5: Lastganglinie (zeitabhängige Einspeiseleistung) aller deutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit aktuell 62 000 MW Nennleistung im Januar 2013

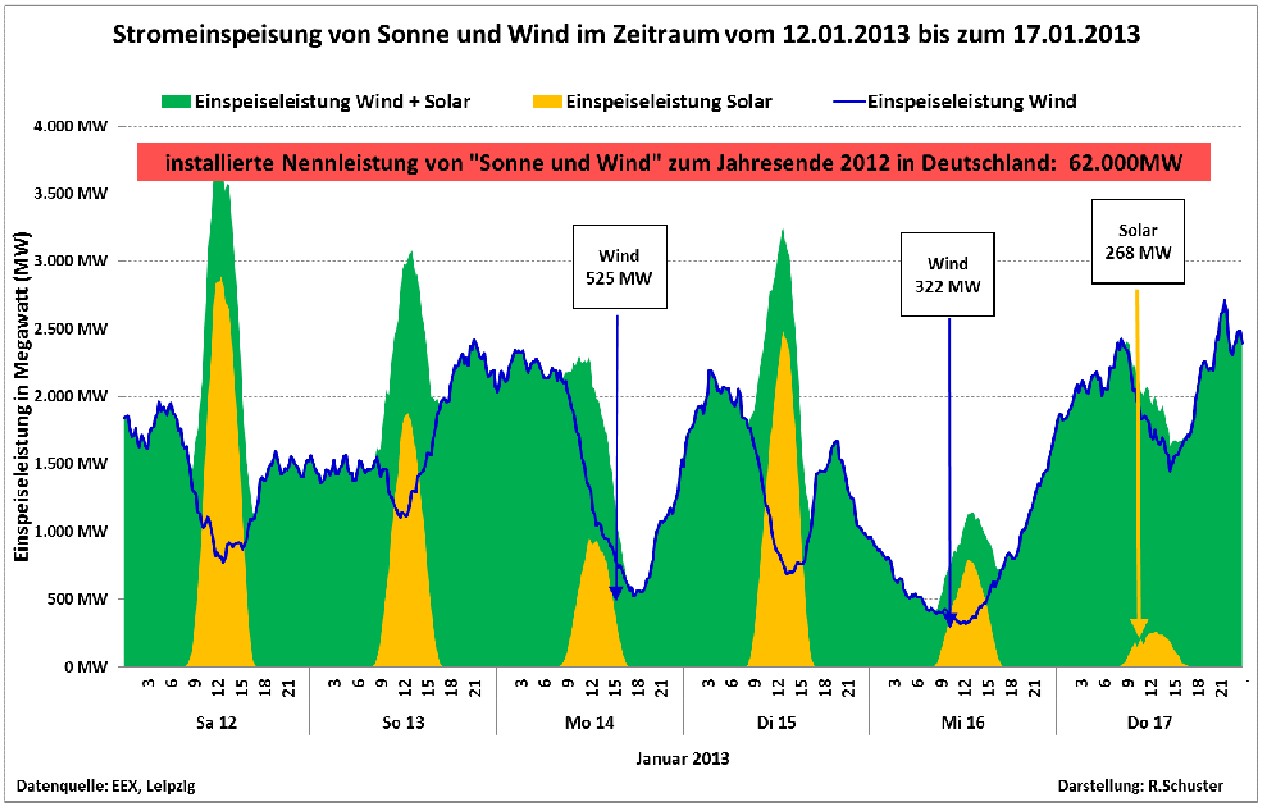
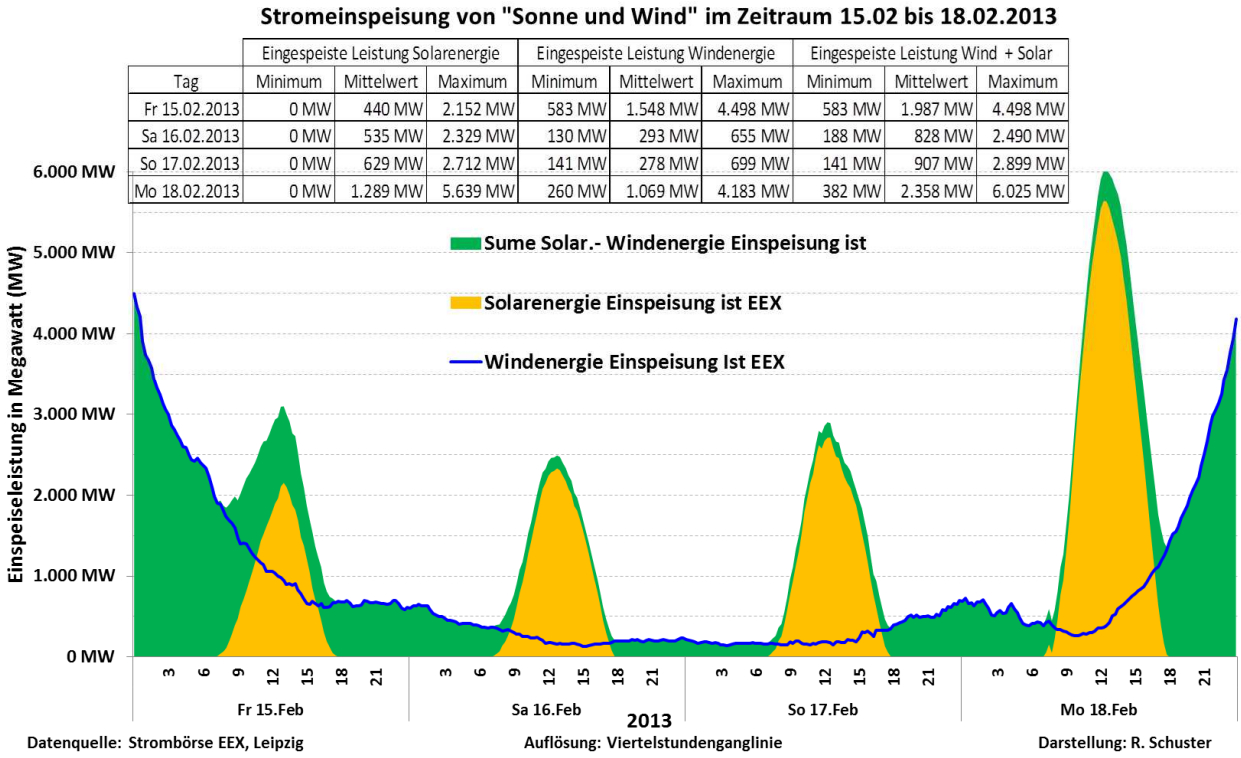


Diagramm 6: Lastganglinie (Einspeiseleistung pro Zeit) aller deutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit aktuell 62 000 MW Nennleistung im Februar 2013



Tag	Eingespeiste Leistung Solarenergie			Eingespeiste Leistung Windenergie			Eingespeiste Leistung Wind + Solar		
	Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum	Minimum	Mittelwert	Maximum
Fr 15.02.2013	0 MW	440 MW	2.152 MW	583 MW	1.548 MW	4.498 MW	583 MW	1.987 MW	4.498 MW
Sa 16.02.2013	0 MW	535 MW	2.329 MW	130 MW	293 MW	655 MW	188 MW	828 MW	2.490 MW
So 17.02.2013	0 MW	629 MW	2.712 MW	141 MW	278 MW	699 MW	141 MW	907 MW	2.899 MW
Mo 18.02.2013	0 MW	1.289 MW	5.639 MW	260 MW	1.069 MW	4.183 MW	382 MW	2.358 MW	6.025 MW

Stromverbrauchsspitzen treten im Winter morgens um 9 Uhr und abends um 18 Uhr auf, zu Zeiten, zu denen die Fotovoltaik-Anlagen wegen des Sonnenstands nur minimal beitragen können (siehe gelbe Strompulse). Minimale Leistungsbeiträge gerade zu diesen Tageszeiten auf diesem niedrigen Niveau sind keine Seltenheit. So haben am 17.2.2013 alle Wind- und Fotovoltaik-Anlagen mit einer gesamten installierten Nennleistung von **62.000 MW** nur **141 MW** Einspeiseleistung zur Verfügung gestellt, also gerade einmal 2,24 Promille.

Energiespeicherung

Vor einem weiteren Zubau von Wind- und Fotovoltaik-Anlagen sind Speichermöglichkeiten zu schaffen. Ohne ausreichende Energiespeicherung ist angesichts der Volatilität der Einspeiseleistung der Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen ein Ersatz von konventionellen Anlagen unmöglich. Pumpspeicherkraftwerke stellen die effektivste großtechnische Möglichkeit zur Speicherung von Energie, die zur Stromversorgung genutzt werden kann, dar. In Deutschland sind über 30 große und kleine Pumpspeicherkraftwerke verfügbar. Das neueste und leistungsfähigste mit 1.060 MW Nennleistung ist das Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal mit zwölf Millionen Kubikmeter Wasser im Oberbecken und einer Gesamtlänge des Ringdamms des Oberbeckens von 3.370 Metern. Insgesamt sind in Deutschland zurzeit Kapazitäten von ca. 7.000 MW am Netz. Die Leerlaufzeiten dieser Pumpspeicherkraftwerke liegen größtenteils zwischen 5 bis 7 Stunden, abhängig von der Auslegung der Anlagen. Um die Leistung von 1.000 MW über einen Zeitraum von 24 Stunden durchgängig bereitzustellen, müssen also ca. 4 Pumpspeicher a 1.000 MW vorhanden sein. Ohne einen parallel betriebenen konventionellen Kraftwerkspark muss aufgrund der fehlenden gesicherten minimalen Leistung der Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen (im Betrachtungszeitraum zeitweise weit unter 1.000 MW) nahezu der gesamte Stromverbrauch aus gespeicherter Energie über mehrere Tage sichergestellt werden. Im Beispiel (Diagramm 5) hätten daher 6 Tage mit der Last bis 70.000 MW durch Speicherung überbrückt werden müssen. Daraus würden **1.680 Pumpspeicherkraftwerke (70*4*6) mit je 1.000 MW Nennleistung** bzw. 70 Speicherkraftwerke mit dem jeweils 24-fachen Wasservolumen (bis 300 Millionen m³) von Ober- und Untersee resultieren, was völlig illusorisch ist.

Für den im Schwarzwald geplanten Bau eines Pumpspeicherkraftwerks werden Milliardenbeträge an Baukosten geschätzt. Aus diesem Kostenansatz allein wird deutlich, dass die Speicherung von Energie für die an den Stromverbrauch angepasste Stromgewinnung als Backup für Regenerative Anlagen nicht machbar ist. Zudem ist das in Deutschland etablierte Umweltschutzverständnis eine weitere Hürde für den Bau dieser Anlagen. Trotzdem werden die Realisierungsmöglichkeiten und das technische Potential der Speicherung in allen öffentlichen Diskussionen völlig überschätzt und mit dem lapidaren Hinweis auf Forschungs- und Entwicklungsbedarf, der sicher vorhanden ist, abgehandelt. Die Kostenfrage wird völlig ignoriert.

Eine nennenswerte Zwischenspeicherung in Fahrzeugbatterien ist wegen des zu erwartenden schleppenden Ausbaues der Elektroautoflotte und der ebenfalls zu erwartenden Uneinsichtigkeit der Fahrzeughalter in die Notwendigkeit zur Entladung seiner Batterien zur Netzstützung nicht realisierbar.

Ebenso illusorisch ist die Idee der Produktion von „Windgas“ (Herstellung von Methan über den Sabatier-Prozess) an Windenergieanlagen als Speichermethode für diese gewaltigen Energiemengen. Aus dem mehrstufigen Prozess über Wasserstoff zu Methan zur Bereitstellung für die Wiederverstromung in Gaskraftwerken resultieren große Wirkungsgradverluste, so dass mit maximal 25 % des ursprünglichen Energieniveaus für die erneute Stromgewinnung gerechnet werden kann. Zur Kompensation dieser Verluste würde selbstverständlich der Bedarf an weiteren Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen nochmals beträchtlich ansteigen. Daraus resultiert ein Kreislauf, der allein schon an der Kostenfrage scheitern würde.

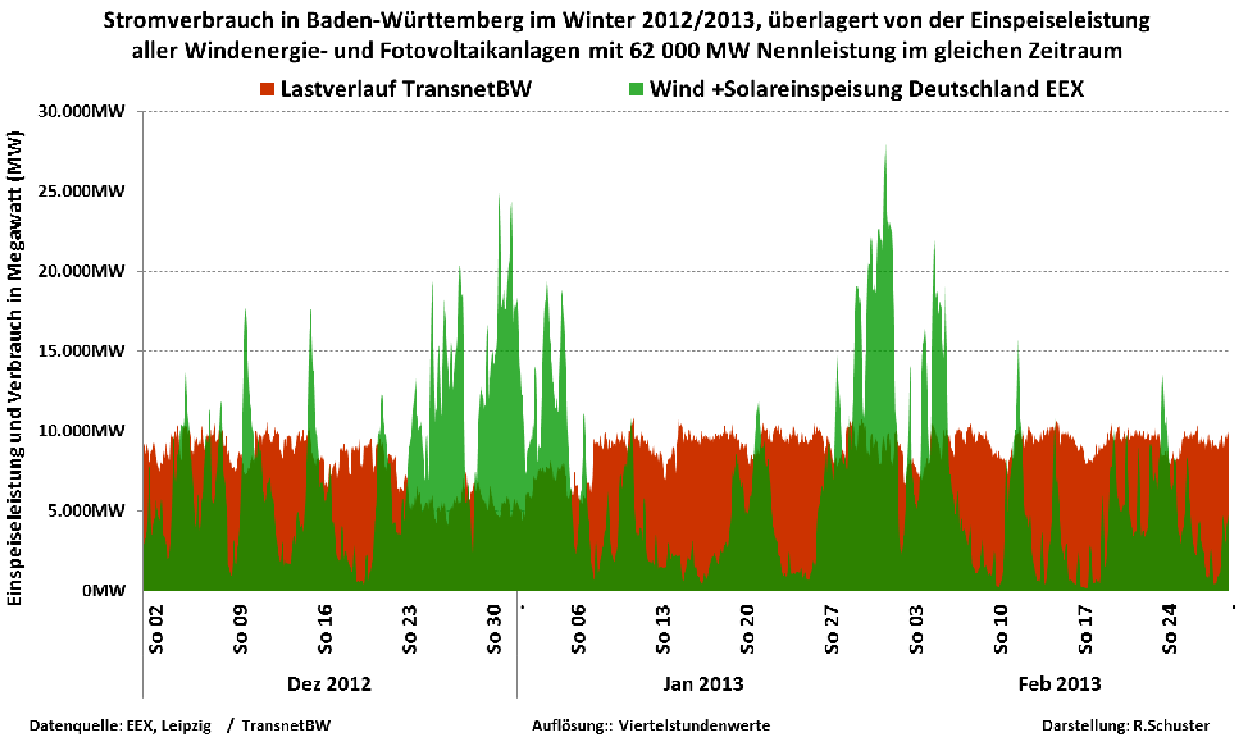
Gedankenexperiment Vollversorgung mit Sonne und Wind

Die Vertreter der "100 % Regenerative-Option" gehen von der zukünftigen Installation von Windenergie-Anlagen im **Onshore-Bereich von 200.000 MW** Nennleistung, im Offshore-Bereich von **85.000 MW** Nennleistung und für **Fotovoltaik**-Anlagen von **250.000 MW** Nennleistung aus, also in der Summe von **535.000 MW Nennleistung**.

Um die Auswirkungen einer Vervielfachung der Installation von Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen auf die Stabilität der Stromversorgung in Deutschland überprüfen zu können, bietet sich ein Gedankenexperiment an. Es wird angenommen, dass ein Bundesland durch den gesamten in Deutschland bisher installierten

Kraftwerkspark aus „Sonne und Wind“ fiktiv versorgt wird. Ein gutes Beispiel für diese Überprüfung ist Baden-Württemberg, weil für dieses Versorgungsgebiet die Lastganglinien des Stromverbrauchs und der Einspeiseleistungen über die von EEX (European Energy Exchange) und Entsoe bereitgestellten Daten direkt verfügbar sind (Übertragungsnetzbetreiber Transnet BW). Zudem erreichte die bundesweite Stromproduktion aus Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit 73,7 Milliarden kWh in 2012 fast den Stromverbrauch von Baden-Württemberg von 80 Milliarden kWh.

Diagramm 7: Einspeiseleistung aller Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen in Deutschland relativ zur Stromverbrauchskurve für Baden-Württemberg (Band bis ca. 10 000 MW) im Winter 2013



Mit der Fokussierung der aktuell in Deutschland installierten gesamten Wind- und Fotovoltaik-Kapazitäten auf dieses Bundesland wäre die angestrebte Endausbaustufe also fiktiv bereits heute erreicht. Auch der abgeschlossene Bau von Stromtrassen wäre simuliert, da fiktiv quasi alle Anlagen ideal mit dem Bundesland vernetzt sind. Müsste dann nicht Baden-Württemberg durch diese regenerative Stromproduktion voll versorgt werden können?

Der Vergleich für Baden-Württemberg (Diagramm 7) zeigt deutlich die Diskrepanz zwischen dem Stromverbrauch mit ca. 9.000 MW mittlerer Einspeiseleistung und der Stromerzeugung der gesamtdeutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen (grüne Fläche) im Zeitraum Dezember 2012 bis Februar 2013. Selbst bei massivem Ausbau der regenerativen Energien aus "Sonne und Wind" um den Faktor 12 von derzeit 5 000 MW (in BW aktuell installiert) auf 62 000 MW Nennleistung kann das Bundesland Baden-Württemberg nicht versorgt werden. Die massive Unterdeckung (rote Flächen) über lange Zeiträume ist offensichtlich, obwohl die Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen mit **62.000 MW Nennleistung** und einer Erzeugung von 73,7 Milliarden kWh einem Stromverbrauch in Baden-Württemberg von 80 Milliarden kWh mit einer **mittleren Einspeiseleistung von ca. 9.000 MW** in 2012 gegenüber steht. Auch in diesem Vergleich zeigt sich der gravierende, aber meist nicht beachtete Unterschied zwischen Leistung und Arbeit.

Aufgrund der bundesweiten typischen Einspeisecharakteristik gilt diese Aussage auch für alle anderen Bundesländer in unterschiedlicher Stufung. Selbst für Rheinland-Pfalz („mein Heimatland“) mit einem Stromverbrauch von „nur“ 30 Milliarden kWh und einer mittleren Einspeiseleistung von ca. 3.500 MW ist die Versorgung nicht machbar, wie eine gedachte Horizontallinie bei 3.500 MW im Diagramm 7 demonstriert. Zudem wäre der gesamte Kraftwerkspark eines fiktiv versorgten Bundeslandes generell nicht in der Lage, die auftretenden Stromspitzen auszugleichen.

Zusammenfassung:

In Deutschland werden fast ausschließlich die beeindruckenden Gesamtzahlen der Energieerzeugung in „Haushalten“ bzw. die jährlich neuen Rekordmarken für die installierte Nennleistung der bundesdeutschen Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen in Diskussionen eingeführt. Die energiewirtschaftlich maßgeblichen Lastganglinien dieser Anlagen, die die eingespeiste Leistung der Anlagen als Funktion der Zeit dokumentieren, also das Resultat des Betriebs des Kraftwerksparks aus „Sonne und Wind“ darstellen, werden fast völlig ignoriert. Deshalb herrschen in weiten Teilen der Bevölkerung schwerwiegende Fehleinschätzungen zum Potenzial dieser Erzeugungsanlagen vor.

Ebenso wie durch den Mangel an Einspeiseleistung bei sehr hohem Verbrauch - mehrfach Blackout-Gefahr im Winter letzten Jahres wegen des extremen Stromverbrauchs von bis zu 82. 000 MW Einspeiseleistung - kann die Stabilität der Stromversorgung durch unkoordinierte hohe Netzeinspeisungen gefährdet werden. Daher werden Abschaltmechanismen für die Anlagen eingeführt werden müssen, die zukünftig verstärkt zur Vergütung auch von nicht erzeugtem Strom führen.

Die Regenerativen Energien aus „Sonne und Wind“ sind Additive. Der Kraftwerkspark aus Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen kann prinzipiell den konventionellen Kraftwerkspark nicht ersetzen, auch wenn dies oft unter dem Stichwort „Entcarbonisierung“ kolportiert wird. Diese eminent wichtige Feststellung zur „Energiewende“ wird permanent in allen öffentlich geführten Diskussionen u.a. mit Hinweisen auf die „Unzulänglichkeit der Bundesregierung“ oder auf noch „ausstehende Ergebnisse zur Speicherung“ und „fehlende Stromtrassen“ nebulös unterschlagen. Die ausstehenden Stromtrassen z.B. nützen zum Abtrag der Stromspitzen – also der Verteilung von lokalen Überschüssen (z.B. von Nord- nach Süddeutschland). Bei Windflaute und zugeschneiten Fotovoltaik-Anlagen – also bei Mangelsituationen – bieten sie keine Hilfe.

Letztlich wird das begrenzte Regelband der konventionellen Anlagen den Endpunkt der volatilen Netzeinspeisung der Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen aus physikalisch-technischen Gründen bestimmen. Der Ausweg Energiespeicherung zur Glättung der Lastganglinien der Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen in der notwendigen Größenordnung bis 70.000 MW über mehrere Tage, der konventionelle Kraftwerke verzichtbar machen könnte, ist auch nicht ansatzweise in Sicht. Zudem werden die **Kosten, die ja gleichzeitig auch Verbrauch von Ressourcen sind**, über die Dauer und Intensität des Fortgangs der Energiewende in jetziger Ausgestaltung entscheiden. Durch die EEG-Festlegung der vorrangigen Netzeinspeisung wird ein doppelter Kraftwerkspark faktisch erzwungen.

Ich danke herzlich Herrn Rolf Schuster für die intensive Zusammenarbeit und die Beistellung der Diagramme, die auf Basis der Daten der Übertragungsnetzbetreiber erstellt wurden, zu deren Veröffentlichung sie gesetzlich verpflichtet sind.

Zu meiner Person: Ich interessiere mich seit mehr als 20 Jahren für die Effektivität von Erzeugungsanlagen für regenerative Energien. Mir geht es um effektive Stromerzeugung **und** den Erhalt unserer Kulturlandschaft.

Wenn Sie sich durch diese Email belästigt fühlen, bitte ich um Rückmeldung.

Mit freundlichen Grüßen

Dipl. Phys. Karl Linnenfelser
67435 Neustadt
Wendelinusstraße 40

Quellen:
Daten der Übertragungsnetzbetreiber
BDEW
Fraunhofer Institut