

# Ein Blick auf die Auswirkung der Stromerzeugung durch Wind und Solar auf die Strompreise

geschrieben von Chris Frey | 14. September 2018

Mit Beginn des Gipfels in Rio [1] im Jahre 1992 haben regierungsamtliche Institutionen mit wilden Versprechungen begonnen, die Erde zu retten. Erneuerbare Energie wurde in den neuen Status als die Energiequelle gehoben, um den Planeten zu retten helfen. Heutzutage sind regierungsamtliche Verpflichtungen, den Verbrauch auf Kohlenstoff basierender Treibstoffe zu eliminieren und 100% Erzeugung durch Erneuerbare zu erreichen fast langweilig in ihrer Vorhersagbarkeit. Schließlich müssen wir den Planeten retten. Es ist keine Zeit mehr für „vernünftige“ technologische Neuerungen. Seit Jahrzehnten haben sich diese Versprechungen zumeist als heiße Luft erwiesen, aber Politik basiert oftmals auf leeren Versprechungen.

Zur Zeit der „Klimarettungs“-Konferenz in Paris im Jahre 2015 hatte der Terminus ‚den Planeten retten‘ so viele Bedeutungen, dass es schwierig war, darin irgendeinen Sinn zu erkennen – es sei denn, jemand glaubt daran, dass Unmassen politisch korrekter Plattitüden allein die Fähigkeit der Rettung haben. Sogar der oberste Planetenretter-Wissenschaftler James Hansen nannte die Pariser Gespräche „Betrug“.

Unglücklicherweise bedeutet „Rettung des Planeten“ auf extreme Weise während ultrakurzer Zeiträume vielfach auch extreme Konsequenzen. Die Europäer haben über eine vollständige „Dekarbonisierung“ Europas gesprochen (was die Eliminierung der meisten Industriebetriebe erfordert), aber mit der Zeit scheinen die Implikationen derartiger, den Planeten rettender Bemühungen die Rhetorik abgekühlt zu haben. Die Hawaiianer haben versprochen, bis zum Jahr 2045 eine „saubere“ Energie-Ökonomie zu haben. Was immer das auch bedeutet, wird sich während der nächsten Jahrzehnte erweisen. Kalifornien hat jetzt versprochen, bis 2045 zu 100% durch Erneuerbare Strom zu erzeugen. Wie leer werden diese Versprechungen sein? Der zeitliche Horizont liegt zu weit in der Zukunft, um darüber jetzt schon nachzudenken.

## Hasten zu Änderungen

Glücklicherweise hat der Schub in Richtung erneuerbare Stromerzeugung zu bedeutenden Zunahmen des Anteils Erneuerbarer zu erzeugtem Strom geführt, ebenso wie zu bedeutenden Verbesserungen bzgl. Technologie und Einspeisung in das Netz. Aber inzwischen sind Bedenken aufgekommen, dass das Hasten zu Erneuerbaren zu weit (oder vielleicht zu schnell) gegangen ist, zumindest an einigen Orten. Abgaben und Steuern auf Energie zur Stützung der Implementierung weiterer Erneuerbarer haben zu erheblichen

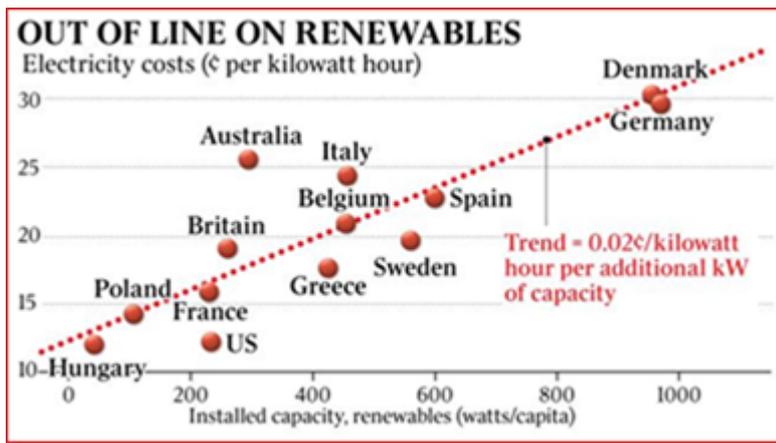
Preissprünge für Strom geführt. In den USA hat die Zunahme der Stromerzeugung mittels Erneuerbarer an manchen Orten zwar nur geringe Auswirkungen auf die Preise, obwohl der rückläufige Verbrauch von Kohle schon merkliche Auswirkungen auf den Preis zeitigt.

In Deutschland wurden im Jahre 2016 16% des Stromes durch Wind und Solar erzeugt, und die daraus resultierenden Preissteigerungen waren nicht gerade populär. Dort haben sich aber rund 800 Bürgerinitiativen gebildet, um die Energiepläne und Ziele der Regierung zu bekämpfen. Im Juni 2018 schien sich der deutsche Energieminister bis zu einem gewissen Grad von den europäischen Zielen zu verabschieden, wie aus seinen Äußerungen bei einer Konferenz der Energieminister Europas hervorging. Die Subventionen für Windenergie in Deutschland werden bald auslaufen, und Tausende älterer Windturbinen dürften den Betrieb einstellen.

In Südaustralien scheinen wiederholte Unterbrechungen ihre Ursache in der massiven Zunahme der Einspeisung von durch Wind und Solar erzeugtem Strom in das Netz zu haben, und die Strompreise in Australien sind während des vorigen Jahrzehnts dramatisch gestiegen. Windenergie macht etwa 35% der Gesamt-Stromerzeugung in Südaustralien aus, mehr als das Doppelte von Deutschland. Die Australier scheinen scharf polarisiert zwischen jenen, welche hinter den den Planeten rettenden Bemühungen stehen (und die von den drastischen Strompreis-Steigerungen unbeeindruckt scheinen) und jenen, die den Eindruck haben, dass derartige Bemühungen im besten Falle in die Irre führen und im schlimmsten Falle ökonomischen Selbstmord bedeuten können. (Einige politische Selbstmorde könnten auch noch kommen).

Ein Beitrag in der *MIT Technology Review* veröffentlicht eine Schätzung, der zufolge die Bemühungen Kaliforniens in Richtung 100% Erneuerbarer Investitionen in Höhe von 2,5 Billionen Dollar erfordern werden (und die Zuverlässigkeit von Speicher-Technologien ins ungewiss). [2] Man muss sich fragen, ob die Bürger dort irgendwann anfangen, gegen diese zusätzlichen Investitionen in die Energie-Infrastruktur aufzubegehren. Vor allem, wenn sie anfangen müssen, dafür zu zahlen (vielleicht sogar mehrfach, falls die zuverlässige Lebensdauer von Speicher-Technologien zu kurz ist).

Derzeitige skeptische Studien hinsichtlich der Auswirkungen der Stromerzeugung durch Wind und Solar auf die Strompreise haben typischerweise die Relation betrachtet zwischen installierter Kapazität pro Kopf (kW/Kopf) und den Preisen [3]. Ein Beispiel dieser Präsentation zeigt die Abbildung unten auf der Grundlage von Daten aus dem Jahr 2014. Die Interpretation, wie sich eine Trendlinie des Energieverbrauchs (kWh) zu Energie (W) verhält, ist nicht einfach.



Bedenken hinsichtlich steigender Preise infolge Stromerzeugung durch Wind und Solar fangen an, einigen Widerstand gegen den weiteren Ausbau der Solar- und Windkapazität auszulösen. Bedenken hinsichtlich der potentiellen Unzulänglichkeit oder hoher Kosten von Energiespeicherkapazitäten lassen ebenfalls Vorsicht aufkommen. Die Analyse von Preistrends ist begrenzt, und der regierungsamtliche Druck in Richtung 100% Erneuerbarer kann sich am Ende als zu teuer erweisen. Der Schub zur Rettung des Planeten steht auch im Widerspruch zu einer Unmenge wissenschaftlicher Daten, welche belegen, dass der Planet nicht kurzfristig „gerettet“ werden muss (oder überhaupt nicht gerettet werden muss). Die Überlegungen, ob es ein optimales Niveau der Wind- und Solarerzeugung gibt und welche Faktoren dieses Optimum beeinträchtigen, scheint in den Konflikten unterzugehen.

### Besseres Verständnis wecken

Diese Studie vergleicht den Energiepreis mit dem Gesamt-Prozentanteil der Stromerzeugung durch Wind- und Solar-Technologien im Jahre 2016 in vielen europäischen Ländern und den 50 US-Staaten nebst dem District of Columbia [= Washington DC]. Trends auf der Grundlage dieser Faktoren werden direkt gezeigt und nicht verschleiert durch unterschiedliche Einheiten, obwohl es immer noch Unstimmigkeiten gibt im Zusammenhang mit Netzeinspeisung, Stromexport und -import und was ein „mittlerer“ Strompreis sein soll. Die Änderung der Einheiten zu Prozent erzeugtem Strom ist eine Möglichkeit, die Lage verständlicher zu beschreiben. Ein besseres Verständnis der Auswirkungen von Wind- und Solar-Stromerzeugung auf die Strompreise ist nötig, um potentielle Optimierungen eines Mix' aus verschiedenen Erzeugungs-Technologien zu analysieren; und vielleicht auch, um über vernünftige Zeitrahmen und Strategien nachzudenken, zu anderen Technologien zu wechseln.

Der Schub in Richtung Zunahme der Erneuerbaren-Stromerzeugung weist in den USA und in Europa Ähnlichkeiten auf, aber weil die USA ein so großes Land sind und weil die Stromleitungen über Staaten hinweg substantiell sind, könnte die Vergleichbarkeit der Lage in den USA und individuellen europäischen Ländern begrenzt sein. In Europa ist der Stromfluss über Staatsgrenzen hinweg offenbar begrenzter als zwischen den US-Staaten. Das Ausmaß dieser Unterschiede kann ganz nützlich sein für Überlegungen,

wie man am besten zu neuen Technologien wechseln und Preisauswirkungen in Grenzen halten kann. Das wird hier aber nicht analysiert.

Dieser „Blick“ auf die gegenwärtige Lage zieht bestehende Daten heran, um die Vergleiche anzustellen, und es gibt Differenzen zwischen den Preisarten in Europa und in den USA. Die EIA der USA schätzt einen mittleren Preis direkt. Eurostat tut dies nicht und führt stattdessen Daten zu Preiskomponenten, so dass die Berechnung eines mittleren „Preises“ kompliziert ist. Folglich sind die hier gezeigten Ergebnisse bis zu einem bestimmten Grad wegen der verfügbaren Daten begrenzt, aber sie bieten doch Erkenntnisse um gegenwärtige wahrnehmbare Auswirkungen auf den Preis. Das muss noch weiter untersucht werden.

## **USA-Trends**

...

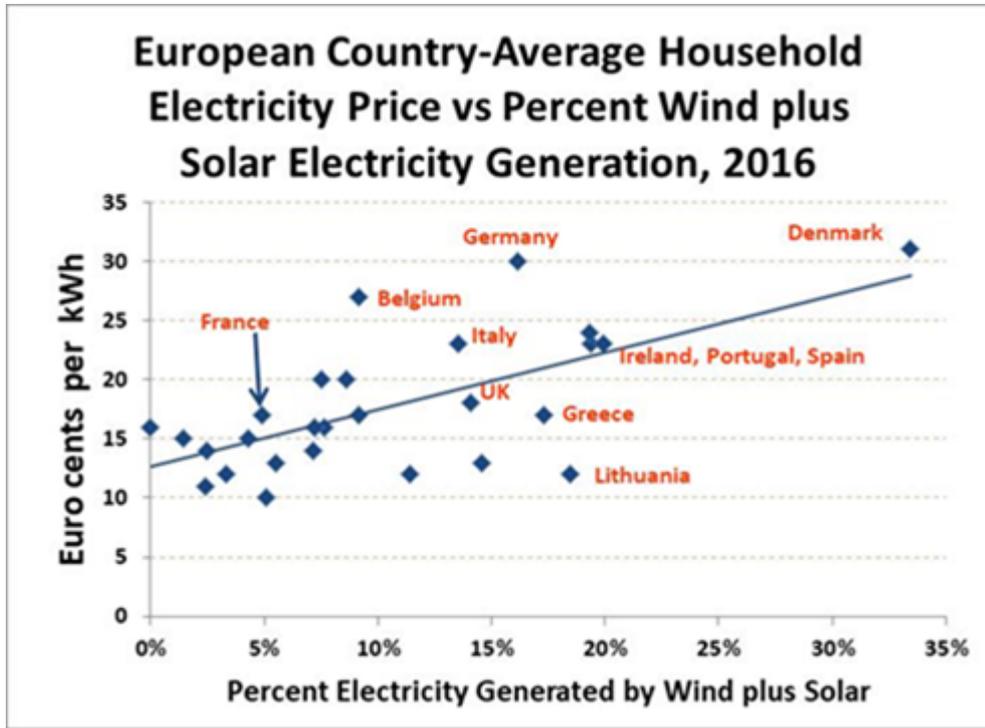
[Hier folgt eine ausführliche Darstellung der Verhältnisse in den USA, auf deren Übersetzung hier verzichtet wird, weil in der Schlussdiskussion die Ergebnisse des Vergleichs zusammengefasst werden. Die Analyse der Verhältnisse in Europa wird aber hier wieder übersetzt. Anm. d. Übers.].

## **Europäische Trends**

Die Energiedaten des Jahres 2016 für Europa stammen von Eurostat [6] (Version Mai 2018). Die Preisangaben von Eurostat sind schwierig zu erkennen ohne detaillierte Kenntnis darüber, wie Tarife, Steuern und Subventionen zusammenspielen. Daher stammen die herangezogenen Strompreis-Daten vom Strom-Report-Blog für einen „mittleren“ Haushalt im Jahre 2016 [7]. Haushalte sind offenbar die Haupt-Zahler für die Solar- und Windstromerzeugung, und die Preise für die Industrie liegen deutlich unter denen der Haushalte. Für das produzierende Gewerbe können Reduktionen von Steuern und Abgaben die politikinduzierte Komponente des Strompreises substantiell senken. Vereinfacht gesagt, der Industrie werden Mittel an die Hand gegeben, ihren Strompreis zu senken, während Haushalte mehr bezahlen, um die Erneuerbaren-Initiativen zu stützen. Der Widerstand in Deutschland gegen das Energieprogramm der Regierung scheint hauptsächlich von Haushalten zu kommen, obwohl viele dieser Haushalte reich an technischer Erfahrung sind.

Der Anteil an der Erzeugung ist der Gleiche wie in den USA. Der Wind- und Solar-Anteil ist ein Prozent des erzeugten Stromes innerhalb des Landes, einschließlich Exporte, aber ohne Importe. Die Länder, die in diesem Datensatz der Importe am meisten betroffen sind, sind Litauen und Luxemburg, wo der meiste verbrauchte Strom importiert wurde. Folglich ist der Anteil von Wind und Solar des erzeugten Stromes irreführend und würde viel geringer sein, falls berechnet als Prozentzahl des Gesamtverbrauchs. Der Preis ist für diese beiden Länder ebenfalls irreführend, da der Preis durch die Importpreise beeinflusst wird.

Der berechnete Anteil an der Erzeugung gilt für die Summe von Wind, Solar und Ozean-Gezeiten, aber Frankreich war das einzige Land mit irgendwelcher Gezeiten-Energie, und das auch nur zu einem sehr geringen Teil. Daher werden die Ergebnisse als die Summe von Wind und Solar dargestellt. Daten zu Energie und Preisen stehen aus 27 Ländern zur Verfügung und sind in der folgenden Graphik dargestellt:



Die Export-Import-Werte beeinflussen die hier gezeigten Daten, aber nicht so stark, dass sich der Trend der Preise vs. Prozentanteil Wind- und Solar-Erzeugung stark verändert. Eine OLS-Regression [OLS = Ordinary Least Squares] dieser Preisdaten für Wind+Solar zeigt einen ziemlich starken *cross-sectional* Trend  $F = 17,54$ ; Modell-Pr = 0,0003; adj  $R^2 = 0,39$ ). Die Ergebnisse zeigen, dass ein Land ganz ohne Wind- und Solarstrom im Mittel einen Preis pro „mittlerem“ Haushalt von 12,7 Cent pro kWh zahlen muss, und das erwartete Mittel steigt um 0,48 Cent pro kWh für jede Zunahme des Wind- und Solar-Anteils an der Stromerzeugung (wie in der Graphik gezeigt). Die Signifikanz des Abschnitts liegt über dem 99,99%-Niveau, und der Koeffizient der Preissteigerung liegt beim 99,97%-Niveau. (Der US-Datenpunkt für das ganze Land betrüge 6,5% und etwa 8 Cent).

[Die folgenden beiden Kapitel, ‚Diskussion‘ und ‚Schlussfolgerungen‘ sind teilweise sehr langatmig, so dass einzelne Absätze nicht mit übersetzt worden sind. Diese Lücken sind gekennzeichnet durch „...“. Anm. d. Übers.]

## Diskussion

Dieser Blick auf potentielle Trends der Auswirkung von Stromerzeugung durch Wind und Solar auf die Strompreise hat in den USA bis dato keinen

wahrnehmbaren Trend auf das Niveau der Strompreise gehabt. Anders in Europa, wo es zu einem starken Trend steigender Strompreise für die dortigen Haushalte gekommen war.

Subventionen für Wind und Solar waren in den USA über Jahrzehnte substantiell, und die Kosten dafür verteilten sich über das ganze Land [die USA] und weisen zumeist KEINEN Anstieg der Strompreise auf [8]. Die europäischen Länder fangen an, Auspreisung und Beschaffung von Strom relativ zu Wind und Solar zu verschieben einschließlich Auktionen, um die besten Deals für Wind und Solar zu erreichen. Gegenwärtige politische Trends zeigen, dass die Auswirkungen starker Preisanstiege aufgrund der gegenwärtigen Subventionen Schwierigkeiten mit sich bringen (in Gestalt von Widerstand seitens der Wähler) gegen amtierende Politiker, und die Maßnahmen zur Akquise von Wind- und Solar-Ressourcen können durch politische Trends beeinflusst werden. Subventionen in Europa für Wind- und Solarstrom scheinen sich hauptsächlich in den Preisen für die privaten Haushalte niederzuschlagen, so dass die Natur der Subventionen und woher man sie aufbringt die hier erkennbaren Ergebnisse beeinflussen. Subventionen für ältere Windturbinen in Deutschland beginnen im Jahre 2020 auszulaufen, und ob der Anteil von Wind und Solar an der Gesamt-Stromerzeugung nach 2020 erhalten bleibt, ist unbekannt.

Über die Vorzüge spezifischer Subventionen lässt sich streiten, aber Subventionen für Energie gibt es seit Jahrzehnten, und deren veränderliche Natur muss so weit verstanden werden, dass Auswirkungen auf die Entwicklung der Energie-Infrastruktur untersucht werden können. Die US-Subventionen ändern sich gerade, so dass die nächste Dekade der Stromerzeugung anders aussehen könnte als diese Dekade.

...

## **Schlussfolgerungen**

Diese Untersuchung möglicher wahrnehmbarer Trends der Strompreise infolge zunehmender Anteile von Wind- und Solarstrom haben für Europa und die USA unterschiedliche Ergebnisse gezeitigt. Im numerischen analytischen Abschnitt der Untersuchung wurde der Bruchteil des erzeugten Stromes als unabhängiger und der Strompreis als abhängiger Parameter betrachtet. Die Preisangaben für die USA sind das Gesamtmittel des Preises in den USA als Ganzes, und zwar für alle Endverbraucher zusammen im Jahre 2016. Die Zahlen stammen von der EIA. Preise in Europa sind „mittlere Preise pro Haushalt“ für individuelle Länder, wie sie im Strom-Report-Blog für das Jahr 2016 gelistet sind auf der Grundlage länderspezifischer Tarife. Die US-Stromerzeugung durch Wind und Solar plus die Solartechnologie wurde für jeden US-Staat durch die Gesamt-Stromerzeugung dividiert, um den Anteil von Wind und Solar bei der Stromerzeugung zu berechnen. Sowohl für die USA als auch für Europa gilt, dass Importe nicht als Erzeugung Eingang in diese Untersuchung gefunden haben, anders als die Exporte von in den Staaten/Ländern

erzeugten Strom.

In Europa scheinen die Kosten für die Implementierung von durch Wind und Solar erzeugten Strom bis 2016 zumeist über die Stromrechnungen der privaten Haushalte aufgebracht worden zu sein. In den USA tauchen die Subventionen größtenteils nicht in den Stromrechnungen auf. Strompreis-Berechnungen für die USA zeigen 2016 keinen wahrnehmbaren Trend. Kohle war der einzige Treibstoff, der einen merklichen Trend aufwies dergestalt, dass je höher der Anteil des durch Kohle erzeugten Stromes war, desto mehr sanken die Strompreise.

Die Strompreise für die „mittleren Haushalte“ in Europa zeigten 2016 einen ziemlich starken Trend (auf der Grundlage von Daten aus 27 Ländern), wobei die Preise parallel mit dem Anteil des durch Wind und Solar erzeugten Stromes stiegen.

...

Die Ergebnisse dieser Studie ergeben zwei kontrastierende Bilder der Auswirkung der Stromerzeugung durch Wind und Solar auf die Strompreise – mit unterschiedlichen Auswirkungen auf die Strompreise in den USA und in Europa. Es sind hauptsächlich zwei Faktoren, die hierbei eine bedeutende Rolle spielen. Einmal ist das die Art und Weise der Subvention und zum Anderen die Verbindung mit dem Netz und die Übertragung. Ein gewisses Niveau des Weiterbetriebs von Kohlekraftwerken kann ebenfalls eine Rolle gespielt haben.

...

In dieser Studie ging es nicht um die umweltlichen Auswirkungen von Wind- und Solar-Erzeugungstechnologien, sondern um nicht triviale Auswirkungen. Der Widersinn, sich die Rettung des Planeten auf die Fahnen zuschreiben, in dessen Zuge man lokal verheerende Umweltschäden auslöst, ist reich an Ironie, aber zu kompliziert, um es zu beschreiben.

Es muss noch mehr untersucht werden, wie der brauchbarste Mix von Technologien zur Energieerzeugung aussieht angesichts der erheblichen Zunahme der Erzeugung mittels Wind und Solar während der letzten beiden Jahrzehnte – vor allem vorangetrieben durch neue Subventionen. Dies ist erforderlich, um gegen offensichtlich unerwünschte Auswirkungen vorzugehen, welche bis heute beobachtet werden und die sich während der nächsten Jahre anhäufen dürften. Die Kosten-Nutzen-Rechnung für verschiedene Technologien ist gegenwärtig verschleiert, und der Rauch muss sich verziehen. Davonlaufende Preise und nachlassende Zuverlässigkeit des Netzes sollten nicht akzeptabel sein, obwohl die Klima-Zeloten derartige Bedenken vom Tisch wischen. Es ist einfach besseres Verständnis bzgl. des Potentials einer Optimierung der Erzeugungs-Technologie vonnöten, aber nicht die Gesellschaft spaltende Änderungen.

Die Rettung des Planeten mag ein erhabenes Ziel sein und ist mit

Sicherheit eines, dass nunmehr seit Jahrzehnten hinaus posaunt wird. Aber die Zeiten ändern sich, und die gegenwärtigen Untergangs-Szenarien sind alt, ermüdend und wahrscheinlich demnächst irrelevant. Vielmehr muss auf vernünftige Weise über eine zuverlässige Stromerzeugung mittels vergleichbarer Daten nachgedacht werden, um die Stromversorgung im 21. Jahrhundert nachhaltig zu sichern.

Die gegenwärtige Lage in den USA ist nicht gekennzeichnet durch große Themen, obwohl extreme Änderungen wie gesetzlich „100% Erneuerbare“ vorzuschreiben ein solches sein kann. Die gegenwärtigen Konflikte in Australien befeuern politische Verwerfungen, und man kann zusehen, was dort jetzt daraus wird. Die schwindende Zuverlässigkeit des Netzes in Südaustralien ist es aber nicht wert, irgendwo anders reproduziert zu werden. Die Lage in Europa befindet sich in einem starken Zustand der Änderung, und zusätzliche Lektionen aus den Erfahrungen in Europa während der nächsten Jahre können sehr wichtig werden.

Alles in allem haben sich seit mehreren Jahrzehnten bedeutende Änderungen der Stromerzeugung gezeigt, und viel Erfahrung wurde gesammelt und erreicht hinsichtlich der Zunahme der Stromerzeugung mittels Erneuerbarer. Der Schub pro Erneuerbare auf der Grundlage umweltlicher Leidenschaft steht jetzt vor Rückschlägen wegen einiger unerwünschter Nebenwirkungen. Diese Studie soll lediglich einen oberflächlichen Blick auf Änderungen und Trends werfen. Beides muss aber noch näher betrachtet werden.

Link:

<https://wattsupwiththat.com/2018/09/04/a-look-at-impacts-of-wind-and-solar-electric-generation-on-electricity-price/>

Übersetzt von Chris Frey EIKE