

Mao lebt: Der große EE-Sprung nach vorn! Oder Spastik – die tödliche Erbkrankheit des EE-Stroms

An den „Großen Sprung nach vorn“ erinnert man sich in China noch heute mit Grauen. Es war der untaugliche Versuch fanatischer Ideologen, eine bäuerliche Nation innerhalb kürzester Zeit zu einer Industriegesellschaft umzukrempeln, mit „Volkshochöfen“ in den Dörfern sowie anderen technisch wie wirtschaftlich unsinnigen Maßnahmen. Den Ideologen, die dies durchzuziehen versuchten, war völlig egal, dass ein fast reines Agrarland mit einer mittelalterlich anmutenden Bauernkultur weder die technischen und logistischen noch die kulturellen Voraussetzungen hierfür bieten konnte. Das Resultat waren willkürliche Zwangsmaßnahmen, Missernten und unsägliches Elend. Letztlich endete alles in einer Katastrophe, die dem Land schwer schadete. China brauchte Jahre, um sich von diesem grausam missglückten Experiment zu erholen.

Ohne Speicherung keine Energiewende...

Die heute in Deutschland bei der Stromversorgung betriebene Energiepolitik erinnert in fataler Weise an diesen „Großen Sprung“, weil auch in diesem Fall aus ideologischen Gründen mit Macht ein lebenswichtiges System komplett umgekrempelt werden soll, ohne dass die grundlegenden Voraussetzungen für seine „Runderneuerung“ gegeben sind. Man will 80 % eines bestens funktionierenden Stromversorgungssystems (**Bild 1**) ersetzen, obwohl wesentliche technische Voraussetzungen hierfür nicht verfügbar sind.

Bild 1: Deutschland verfügte bisher über eines der weltweit stabilsten Stromversorgungssysteme

In erster Linie ist hier das Speicherproblem zu nennen. Unsere Stromversorgung wurde bisher von „klassischen“ Kraftwerken sichergestellt: Kohlekraftwerke, Kernkraftwerke, Gaskraftwerke und in geringerem Umfang auch Wasserkraftwerke. Alle diese Kraftwerkstypen sind dafür ausgelegt, den Strom zu exakt dem Zeitpunkt und in genau der Menge zu erzeugen, wie er benötigt wird. Im Gegensatz dazu liefern Windenergieanlagen und Solarpaneele ihren Strom nicht dann, wenn er gebraucht wird, sondern dann, wenn die Wetterlage es zulässt. Um Industrie und Bürger dennoch bedarfsgerecht mit Strom versorgen zu können, müsste man über große Speicher verfügen, in denen man den wetterbedingten Überschuss speichern könnte, um ihn bei Bedarf dann abrufen zu können.

Bild 2: Stromspeicherung mit Batterien bereitet schon im Kleinstmaßstab Probleme: Solargartenleuchten sind Schönwetter-Sommerkinder, im Winter sterben die Batterien

und das Speicherproblem ist unlösbar

Die zu speichernden Strommengen sind enorm, der künftige Bedarf dürfte eine Größenordnung von 1,5 bis 2 TWh für jeden Tag erreichen, an dem die „Erneuerbaren“ nicht liefern. Im Vergleich dazu beträgt die gesamte Pumpspeicherkapazität Deutschlands gerade einmal 0,04 TWh [DRRA]. Hinzu kommt, dass gerade im Winter, wenn die Solarproduktion über Monate hinweg nahezu bedeutungslos ist, manchmal wochenlange Flaute aufgrund der sogenannten Sibirienhochs auftreten. Wenn dann in Deutschland die Lichter nicht ausgehen sollen, müssten Speicher mit entsprechend hohen Kapazitäten einspringen. Es gibt jedoch zurzeit kein Speichersystem (**Bild 2**), das imstande wäre, diese Anforderungen zu erfüllen. Der Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung stellte im Zusammenhang mit der Energiewende bereits 2013 fest: „Vor etwas mehr als zwei Jahren wurde von der Regierungskoalition aus CDU/CSU und FDP die beschleunigte Energiewende ausgerufen. Dieses Großprojekt wird derzeit ohne ein schlüssiges Gesamtkonzept verfolgt“ [WIGU].

Auch Deutschlands Nachbarn können da nicht aushelfen. Die Kapazität der in ganz Europa vorhandenen Pumpspeicherwerke reicht nicht einmal ansatzweise für den künftig erforderlich werdenden Bedarf aus, und andere ins Feld geführte Alternativen wie Batterien, Druckluftspeicher, Wasserstoffproduktion oder die Erzeugung von Methan („Power-to-Gas“) haben so schlechte Wirkungsgrade bzw. so enorme Kosten, dass sie als Alternativen definitiv ausscheiden [DRRA]. Dies liegt an physikalischen Gesetzmäßigkeiten und kann auch durch noch soviel Forschung nicht behoben werden. Die häufig zu hörende Behauptung, man könne doch für die Zukunft entsprechende Entdeckungen nicht ausschließen, kommt meist von technischen Laien, während Naturwissenschaftler solche Aussagen in der Regel zusammen mit Laserschwert, Zeitsprünge und Reisen in ferne Galaxien der Kategorie „Science Fiction/ Fantasy“ zurechnen.

Bild 3: Norwegens Bevölkerung zeigt bislang wenig Neigung, sich ihre wunderschönen Fjorde mit Staumauern zumörteln zu lassen

Konventionelle Kraftwerke bleiben unverzichtbar...

Da der zufallsbedingt auftretende Überschuss von Strom aus Wind- und Solarenergieanlagen nicht sinnvoll genutzt werden kann, müssen konventionelle Kraftwerke ständig in Bereitschaft gehalten werden, um die Netzversorgung trotz der schwankenden EE-Einspeisung stabil zu halten. Da zurzeit bereits rund 32000 MW Windkapazität und 35000 MW Solarkapazität am Netz sind, übersteigt ihr kumulierter Output an manchen Tagen bereits 40000 MW, während zu anderen Zeiten nur wenige 100 MW geliefert werden. Aufgrund des gesetzlichen Einspeisevorrangs der „Erneuerbaren“ müssen die konventionellen Kraftwerke die jeweilige Differenz zum Verbrauch in Höhe von bis zu 70000 – 80000 MW ausgleichen. Im Jahresdurchschnitt sichern diese konventionellen Kraftwerke zurzeit rund 75 % des Bedarfs. Doch aufgrund ihrer Funktionsweise haben sie damit bereits jetzt zunehmend Probleme, die mit dem

fortschreitenden Ausbau der „Erneuerbaren“ ständig weiter zunehmen. Für ihren Einsatz sind nämlich technisch bedingte Grenzen zu beachten. Kohlekraftwerke kann man nicht einfach so wie ein Auto durch eine Umdrehung des Zündschlüssels starten und danach gleich Vollgas geben. Für einen Kaltstart brauchen sie etliche Stunden bis Tage. Je mehr sie durch den Ausbau von Wind- und Solarkraftwerken an den Rand gedrängt werden, desto geringer wird deshalb auch ihre Möglichkeit, im Notfall schnell einzuspringen. Und ein Ausweichen auf reine Gasturbinenkraftwerke wäre aufgrund des schlechten Wirkungsgrads sowie des teuren Brennstoffs Erdgas nicht vertretbar. Erschwerend kommen die aktuellen Unwägbarkeiten bezüglich der Versorgungsmöglichkeiten mit Erdgas hinzu.

Bild 4: Konventionelle Kraftwerke – hier das Kraftwerk Gersteinwerk – liefern Strom dann, wenn er auch wirklich gebraucht wird (Foto: kohlekraftwerke.de)

und werden überfordert

Wie bereits erwähnt, lassen sich große Kraftwerke nicht so ohne weiteres einschalten und hochfahren. Das gilt insbesondere für Kohlekraftwerke mit ihren riesigen Dampfkesseln, deren Gesamtmasse oft 10000 Tonnen übersteigt. Für einen völligen Kaltstart brauchen große Kohlekraftwerke mindestens einen Tag, manchmal sogar noch länger. Selbst aus einem sogenannten „hot Standby“ heraus, d.h. mit bereits angewärmtem Kessel und auf Sparflamme laufender Feuerung, benötigen sie je nach Größe und Bauart rund 40 Minuten, bevor sie überhaupt nennenswerte Mengen Strom erzeugen können, und bis zum Erreichen der Nennleistung kann es mehr als zwei Stunden dauern, **Bild 5**. Auch die vielgelobten Gas- und Dampfkraftwerke (GuD) sind keine wirklichen Sprinter und brauchen mindestens 10-15 Minuten Anlaufzeit, und bis zum Erreichen ihrer vollen Leistung vergeht zwischen einer halben und einer vollen Stunde. Lediglich reine Gasturbinen sind imstande, innerhalb von ca. 5 Minuten auf volle Leistung zu kommen.

Leistungsgradienten von thermischen Kraftwerken (Prinzipielle Darstellung)

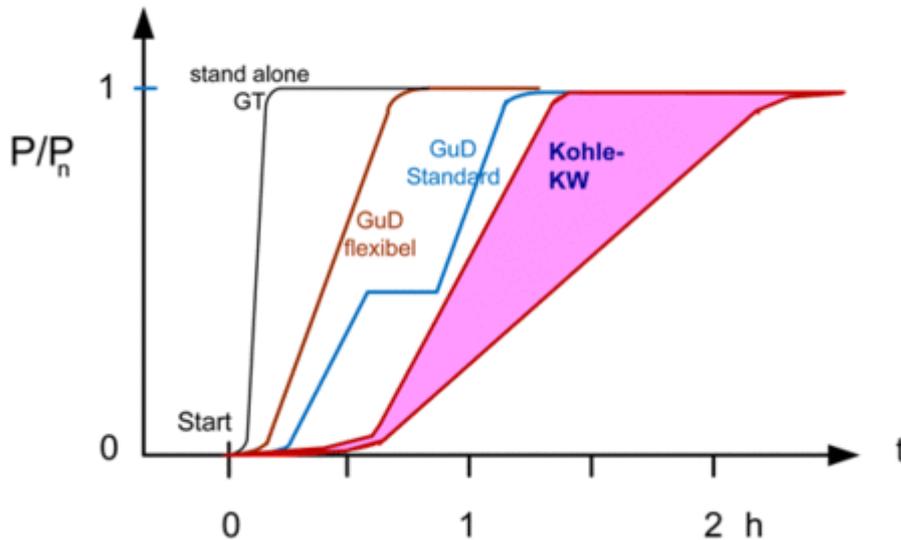


Bild 5: Anfahrverhalten konventioneller Kraftwerke (GT=Gasturbine, GuD=Gas und Dampf-Kombikraftwerk) (Grafik: [VDE])

Hinzu kommt, dass sich alle diese Kraftwerke nicht beliebig über den ganzen Leistungsbereich betreiben lassen. Unterhalb einer gewissen Mindestauslastung ist ihr Betrieb aus einer Reihe von Gründen nicht vertretbar, **Bild 6**. Hierzu zählen Verschlechterungen der Emissionswerte bzw. geringere Effektivität der DENOX-Katalysatoren, die Unterschreitung der Taupunkttemperatur im Rauchgas, was zu Korrosion führen könnte, sowie diverse weitere, nur dem Fachmann bekannte Faktoren. Die direkte Folge dieser Beschränkungen bedeutet, dass man größere Schwankungen der Stromerzeugung aus Wind und Sonne nur dann ausgleichen kann, wenn ausreichende Kapazitäten an konventionellen Kraftwerken mit einem Mindestmaß an Auslastung aktiv betrieben werden. In dem Moment, wo diese Kraftwerke aufgrund der Priorität für EE-Strom vom Netz genommen werden müssen, verlieren sie ihre Fähigkeit, bei Leistungsschwankungen von Wind oder Sonne schnell einzugreifen. Dann wird das Netz instabil.

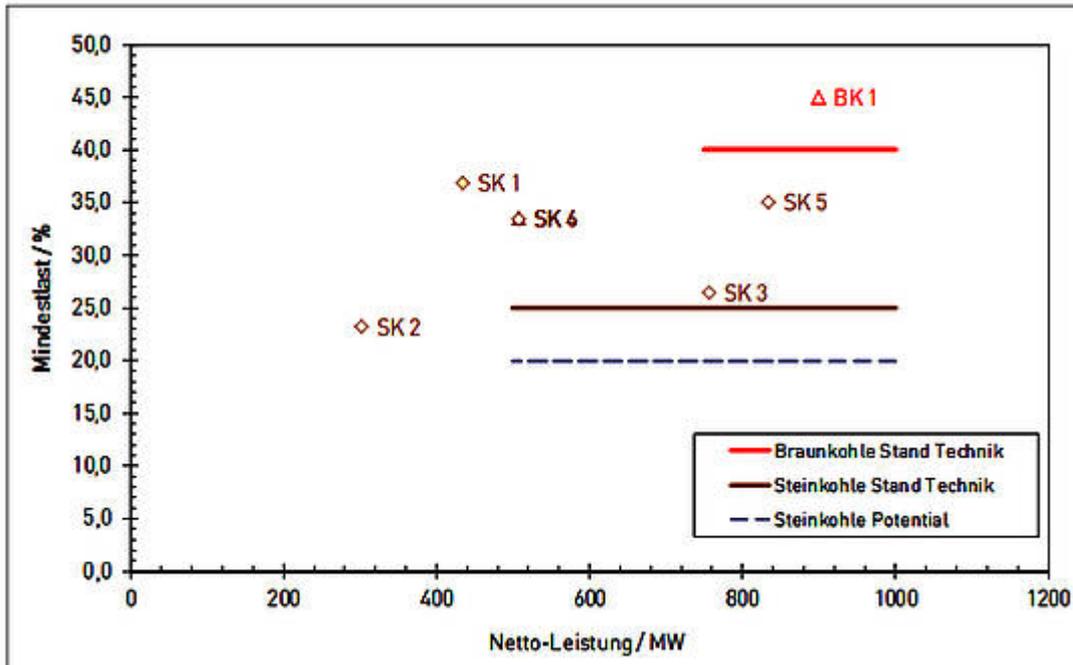


Bild 6: Mindestauslastungsgrad konventioneller Kraftwerke in % der Nennlast (Grafik: [VDE])

Was bringt die Zukunft?

Angesichts dieses Widerspruchs stellt sich die Frage, wie dieses Nebeneinander von „erneuerbarer“ und konventioneller Stromerzeugung mit zunehmendem Ausbau der Wind- und Solarkapazitäten in Zukunft entwickeln wird. Grundlage für eine solche Betrachtung ist im vorliegenden Fall eine Projektion der voraussichtlichen Erzeugung aus Wind- und Solarkraftwerken in den Jahren 2025 (min 40 % EE-Anteil laut aktueller Planung der Bundesregierung) und 2050 (80 %). Um die Betrachtung realistisch zu gestalten, wurde die reale Produktion beider EE-Quellen für den Monat Dezember 2013 zugrunde gelegt. Hieraus wurde zunächst der Gradient, d.h. die Geschwindigkeit, mit der sich die Erzeugung ändert, berechnet, **Bild 7**. Diese Werte wurden entsprechend der gestiegenen Anteile für 2025 bzw. 2050 für jeweils einen fiktiven Dezember 2025 bzw. 2050 hochgerechnet.

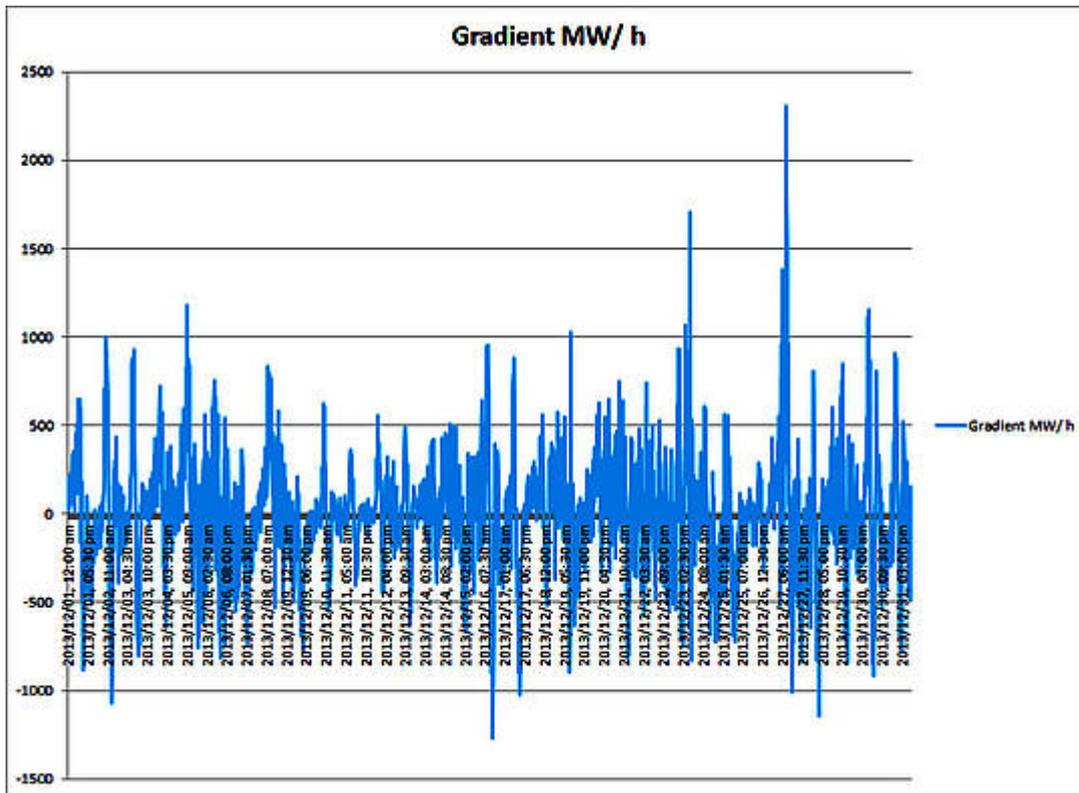


Bild 7: Gradient der Erzeugung von Wind- und Solarstrom im Dezember 2013 bei viertelstündlicher Auflösung in MW/ h (Daten: EEX)

Die zugrundeliegenden Annahmen für die Gesamtproduktion sowie die Anteile einzelner Kraftwerksarten wurden bereits in einer früheren Veröffentlichung dargelegt [FRED]. Hieraus ergeben sich folgende Zahlen zur Produktion aus Windenergie und Fotovoltaik:

Jahr 2025:
TWh

Wind Onshore (erforderl. Kapazität 86660 MW, Nutzungsgrad 17,4 %)	132,1
Wind Offshore (erforderl. Kapazität 6500 MW, Nutzungsgrad 34,8 %)	19,9
Solar (erforderl. Kapazität 52000 MW, Nutzungsgrad 8,3 %)	37,8

Jahr 2050:

TWh

Wind Onshore (erforderl. Kapazität 272500 MW, Nutzungsgrad 17,4 %)	415,4
Wind Offshore (erforderl. Kapazität 27500 MW, Nutzungsgrad 34,8 %)	83,8
Solar (erforderl. Kapazität 52000 MW, Nutzungsgrad 8,3 %)	37,8

Gradienten des Wind- und Solarstroms

im Dezember 2025

Mit den aus obigen Annahmen errechneten Faktoren wurden dann die realen Verläufe der Wind- und Solarstromproduktion unseres Beispielmonats Dezember 2013 für einen fiktiven Dezember 2025 hochgerechnet. Die entsprechende Kurve zeigt **Bild 8**. Der wilde Zickzackverlauf zeigt, in welchem Ausmaß die Stromerzeugung aus diesen „erneuerbaren“ Quellen erratisch nach oben wie auch nach unten schwankt, weshalb sich hierfür zunehmend auch der Begriff „Zappelstrom“ durchzusetzen beginnt. Die Extremwerte liegen für unseren Mustermonat Dezember 2025 bei +5643 bzw. -2970 MW. Dies bedeutet eine Differenz von 8600 MW, die permanent von konventionellen Kraftwerken ausgeglichen werden muss. Für diesen Fall kann man auch ausrechnen, welche konventionelle Mindest-Kraftwerksleistung allein zu diesem Zweck ständig am Netz gehalten werden muss. Für diese Abschätzung wurde angenommen, dass im Jahre 2025 alle Kernkraftwerke stillstehen und deren Anteile zu 2/3 von Braunkohlekraftwerken und zu 1/3 von Steinkohlekraftwerken übernommen wurden. Der konventionelle Brennstoffmix würde sich bei dieser Annahme aus 49,5 % Braunkohle, 34,4 % Steinkohle, 14,7 % Gas und 1,4 % Öl zusammensetzen. Ausgehend von diesen Annahmen lässt sich errechnen, dass unter optimalen Bedingungen mindestens 14000 MW konventioneller Kraftwerkskapazität mit einem durchschnittlichen Nutzungsgrad von rund 60 % allein schon deshalb in Produktion sein müssen, um die zu erwartenden Lastschwankungen des EE-Stroms sowohl nach unten als auch nach oben abfangen zu können. Das Problem dürfte sein, noch europäische Nachbarn zu finden, denen man den überschüssigen EE-Strom bei Starkwind und blauem Himmel ins Netz drücken könnte.

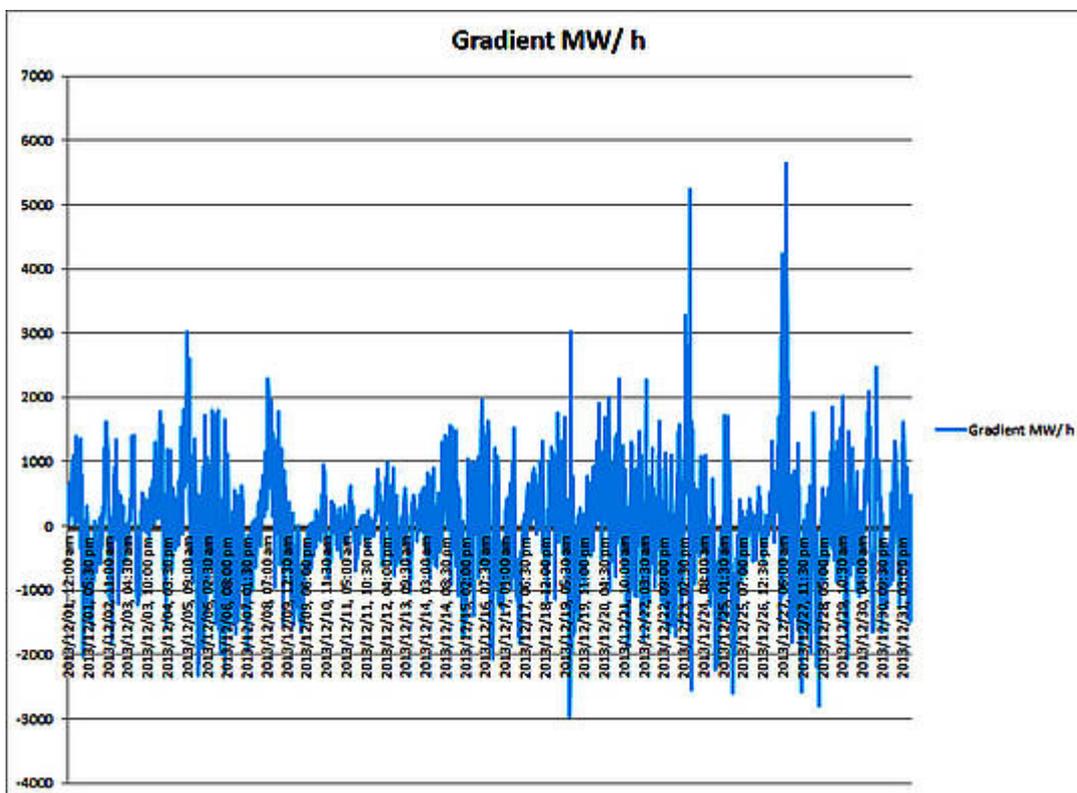


Bild 8: Verlauf des Gradienten der Erzeugung von EE-Strom aus Sonne und Wind für einen fiktiven Monat Dezember 2025

und im Jahr 2050

Noch dramatischer stellt sich die Lage dar, wenn man die gleichen Berechnungen für das Jahr 2050 mit einem angenommenen EE-Stromanteil von 80 % anstellt. Die entsprechenden Gradienten des Stroms aus Wind und Fotovoltaik zeigt **Bild 9**. Sie schwanken in der Spitze zwischen +17180 MW und -10240 MW, mithin eine Gesamtspanne von 27400 MW, für deren Ausgleich konventionelle Kraftwerke ununterbrochen unter Dampf stehen müssen. Analog zur oben aufgeführten Betrachtung für das Jahr 2025 ergibt sich daraus eine Reserve-Gesamtkapazität von stolzen 42000 MW, die aufgrund des erforderlichen durchschnittlichen Nutzungsgrades von rund 60 % im Schnitt 25200 MW elektrischer Leistung abgeben. Wo man diesen Strom zusammen mit der bei guten Wetterlagen zu erwartenden Flut an EE-Strom unterbringen möchte, mögen die Götter wissen, die Technik hat darauf keine Antwort.

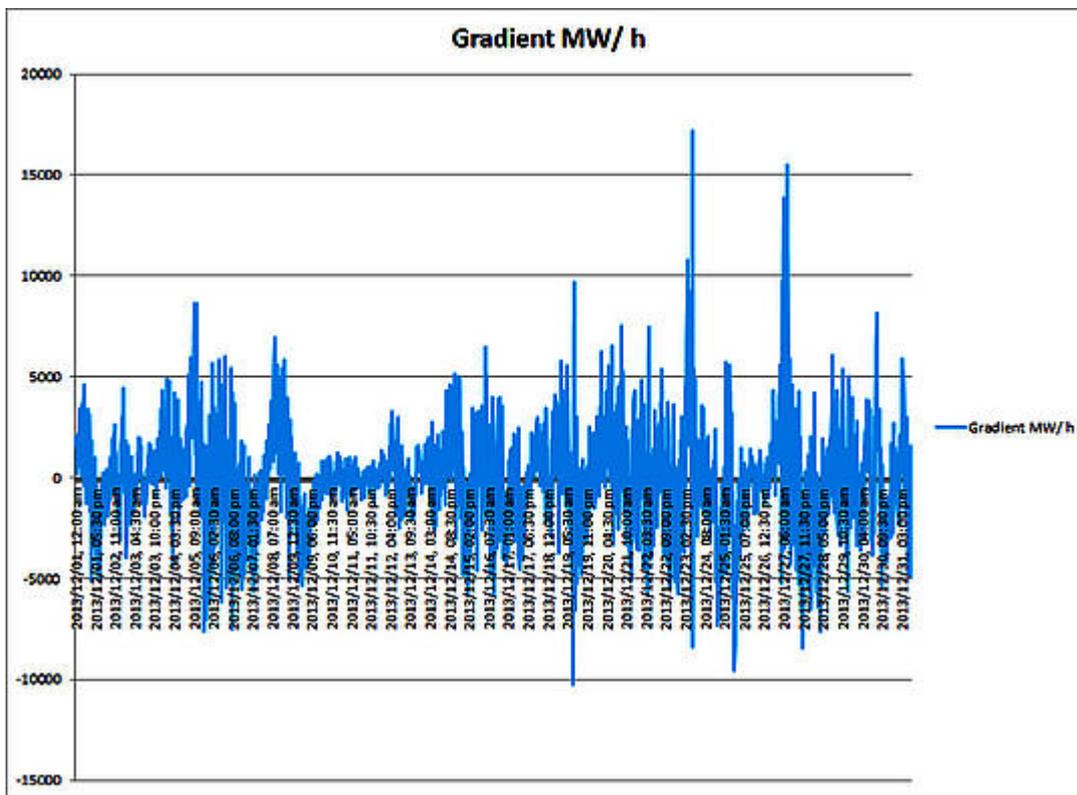


Bild 9: Die Gradienten des Stroms aus Wind und Fotovoltaik für einen fiktiven Dezember 2050 schwanken zwischen 17180 MW und -10240 MW

Dass dieses „Gezappel“ für EE-Strom nicht nur bei der gewählten Darstellungsweise über einen vollen Monat, sondern auch bei geringerer zeitlicher Auflösung typisch ist, zeigt die Darstellung in **Bild 10**, das den Verlauf des EE-Gradienten für einen 24-Stunden-Zeitraum am fiktiven 23. Dezember 2050 darstellt. Hier ist zu erkennen, wie der Gradient vor allem gegen 22.00 Uhr in kürzester Zeit wild zwischen -8000 MW und +17000 MW hin- und herpendelt. Eine Vorstellung, die bei jedem Fachmann der Stromerzeugung Alpträume hervorrufen dürfte.

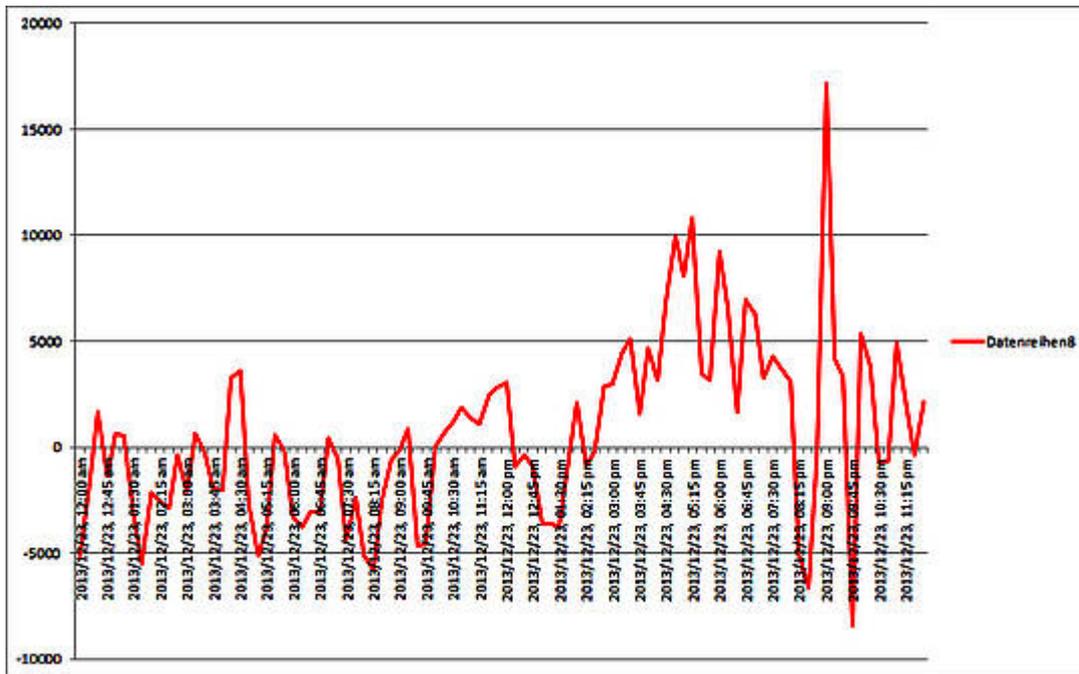


Bild10: Verlauf des Gradienten der Stromerzeugung aus Wind- und Solarkraftwerken am fiktiven 23.12.2050

Fred F. Mueller

Quellen:

[DRRA]

<http://www.eike-klima-energie.eu/energie-anzeige/die-im-dunkeln-sieht-man-nicht-regelenergie-die-versteckten-zusatzkosten-des-eeg/>

[EEX] <http://www.transparency.eex.com/en/>

[FRED]

<http://www.eike-klima-energie.eu/climategate-anzeige/die-im-dunkeln-sieht-man-nicht-regelenergie-die-versteckten-zusatzkosten-des-eeg/>

[VDE] Brauner, Glaunsinger, John, Schwing, & Bofinger, Magin, Pyc, Schüler, Schulz, Seydel, Steinke. VDE-Studie: Erneuerbare Energie braucht flexible Kraftwerke – Szenarien bis 2020. 18.04.2012

[WIGU] Gegen eine rückwärtsgewandte Wirtschaftspolitik Jahresgutachten 2013/14 Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung Statistisches Bundesamt 65180 Wiesbaden November 2013