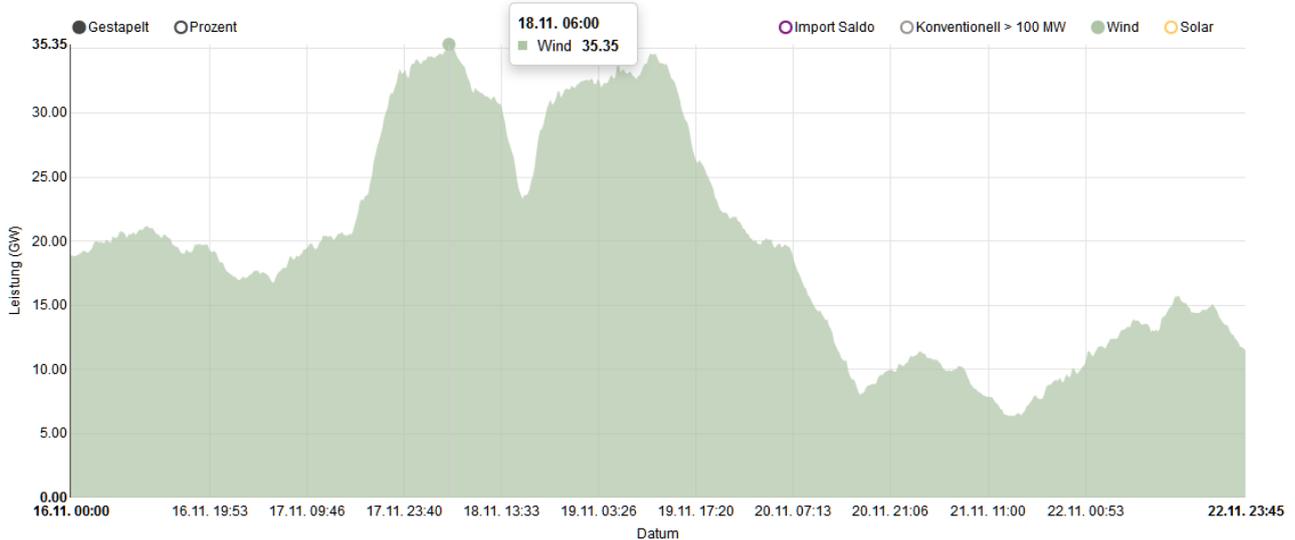


Aus aktuellem Anlass möchte ich mal beschreiben, was gerade in unserem Stromnetz los ist.

Eines muss ich allerdings zum Verständnis vorausschicken: Im Stromnetz muss zu jeder Zeit die Stromerzeugung mit dem „Verbrauch“ (wird als „Last“ bezeichnet) im Gleichgewicht sein. Wird mehr Strom erzeugt, als gleichzeitig verbraucht wird, steigt die Spannung, was zu Schäden an elektrischen Geräten führen würde. Wird weniger Strom erzeugt, als gleichzeitig verbraucht wird, sinkt die Spannung, was ebenfalls zu Problemen führen kann. Bei zu großen Abweichung der tatsächlichen Spannung von der Sollspannung kommt es deshalb zur automatischen Abschaltung (durch „Sicherungen“). Diese Abschaltungen können sich im Extremfall durch das gesamte Stromnetz fortsetzen, wodurch die gesamte Stromversorgung ausfällt - der sogenannte „Black Out“.

Nachdem der November recht zahm begonnen hatte, erschien in der Nacht von Dienstag 17.11. auf Mittwoch das Sturmtief „Heini“ (ich habe mir den Namen wirklich nicht selbst ausgedacht!) an der Nord- und Ostseeküste und zog anschließend vor allem über Norddeutschland hinweg - in Erfurt wurde eine Spitzen-Windgeschwindigkeit von 106,9 km/h (29,7 m/s) erreicht und auf dem Brocken im Harz waren es sogar 170,3 km/h (47,3 m/s). Auf „Heini“ folgte am Donnerstag (19.11.) Sturmtief „Iwan“.

Diese Sturmtiefs hatten natürlich auch Auswirkungen auf die Stromproduktion durch Windenergieanlagen - und führten am 18.11.2015 gegen 6:00 Uhr zu einem neuen Erzeugungsrekord von 35,35 GW:



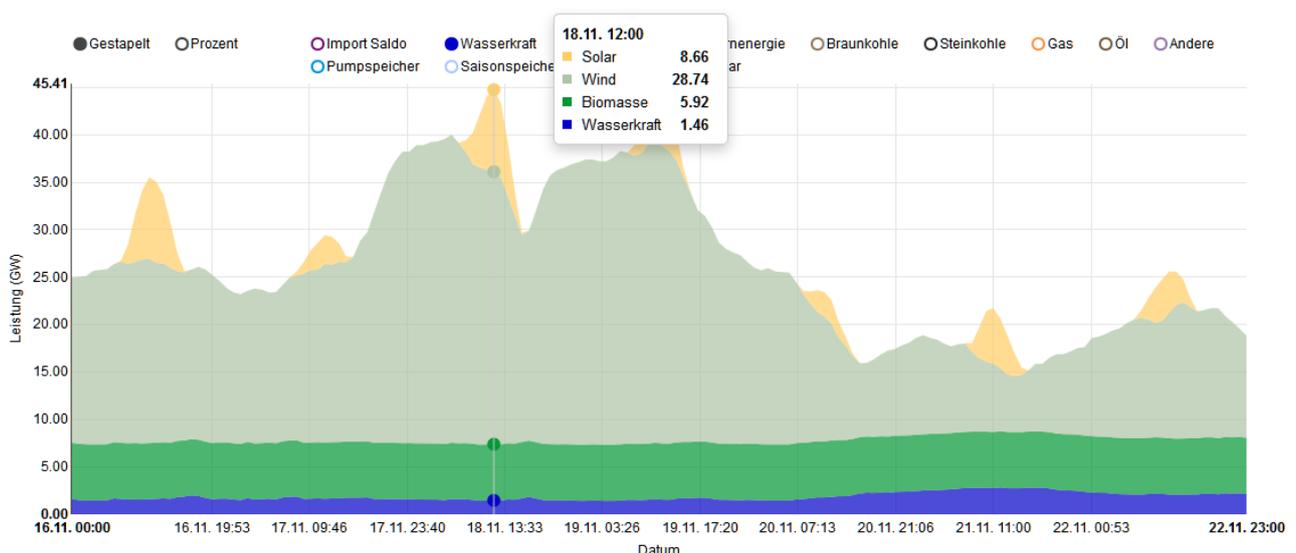
Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX  
letztes Update: 25 Nov 2015 09:17

Schon das ist ein Problem: Denn morgens um 6:00 Uhr ist der Stromverbrauch noch nicht sonderlich hoch (das Minimum liegt üblicherweise bei etwa 4:00 Uhr) - er lag zu diesem Zeitpunkt (laut ENTSO-E) bei 71,96 GW. Der Verbrauch stieg bis 7:00 Uhr auf über 80 GW, erreichte um 17:00 Uhr den Maximalwert von 84,72 GW und fiel etwa um 19:30 erstmals wieder auf unter 80 GW. Dagegen fiel die Stromproduktion der

Windenergieanlagen recht kontinuierlich von 6:00 Uhr bis 16:30 Uhr auf 23,30 GW ab. Das ist in etwa so, als hätte man in diesem Zeitraum zehn Kernkraftwerke vom Typ Grafenrheinfeld vom Netz genommen - also im Schnitt jede Stunde eins.

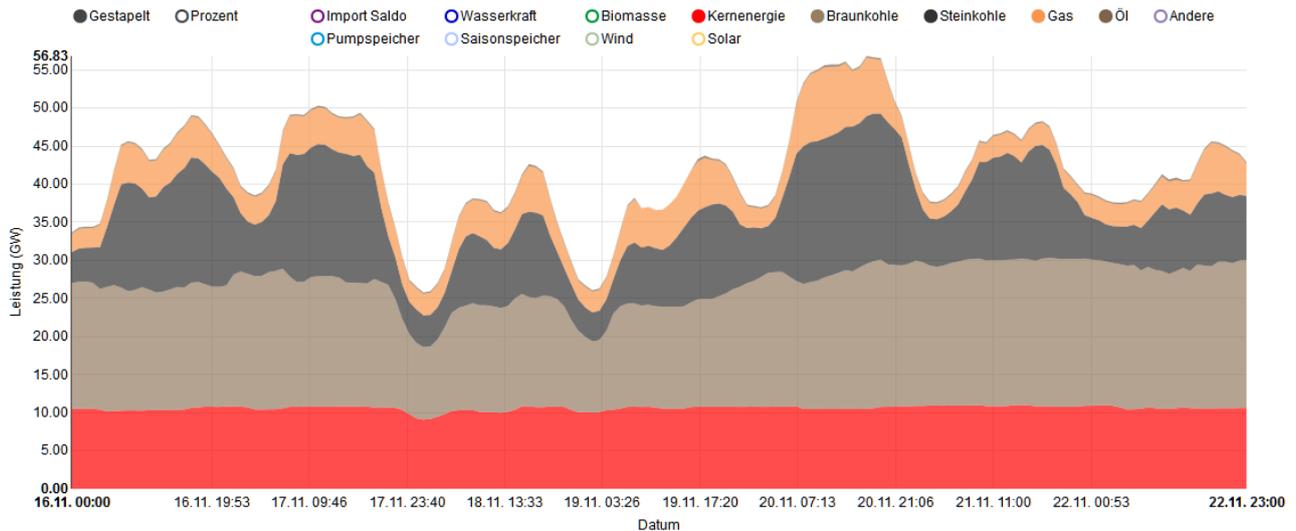
An dieser Stelle wird von den Energiewende-Befürwortern gerne argumentiert, dass wir einen Strommix aus regenerativen Quellen - also Wasserkraft, Biomasse, Wind und Solar - benötigen, um diese Schwankungen auszugleichen. Biomasse ist schnell abgehakt, denn die Biogasanlagen laufen schlicht durchgehend (wortwörtlich) mit „Vollgas“ - aktuell mit 5,92 GW. Die Stromerzeugung durch Wasserkraft schwankt zwar etwas mehr, liegt aber in der Regel zwischen 1,5 und 3 GW. Beides hat also schon heute überhaupt nicht die Kapazität, um die Schwankungen der Windenergie nennenswert ausgleichen zu können. Bleibt also nur noch die Solarenergie. Die Stromproduktion von PV-Anlagen hängt natürlich direkt vom Sonnenstand ab. Sie beginnt im November deshalb etwa gegen 7:00 Uhr, erreicht ihr Maximum gegen 12:00 Uhr und stellt die Lieferung gegen 17:00 Uhr wieder komplett ein - also ausgerechnet genau dann, wenn der Stromverbrauch am höchsten ist.

Alles zusammen sieht dann so aus:



Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX  
 letztes Update: 25 Nov 2015 09:17

Den tatsächlichen Ausgleich (die sogenannte „Regelleistung“) liefern folglich die „konventionellen“ Kraftwerke - vor allem Gas- und Steinkohlekraftwerke, während Braunkohle- und Kernkraftwerke erst bei extremen Spitzen herunter geregelt werden (weil diese einerseits träger sind und andererseits den billigsten Strom erzeugen):

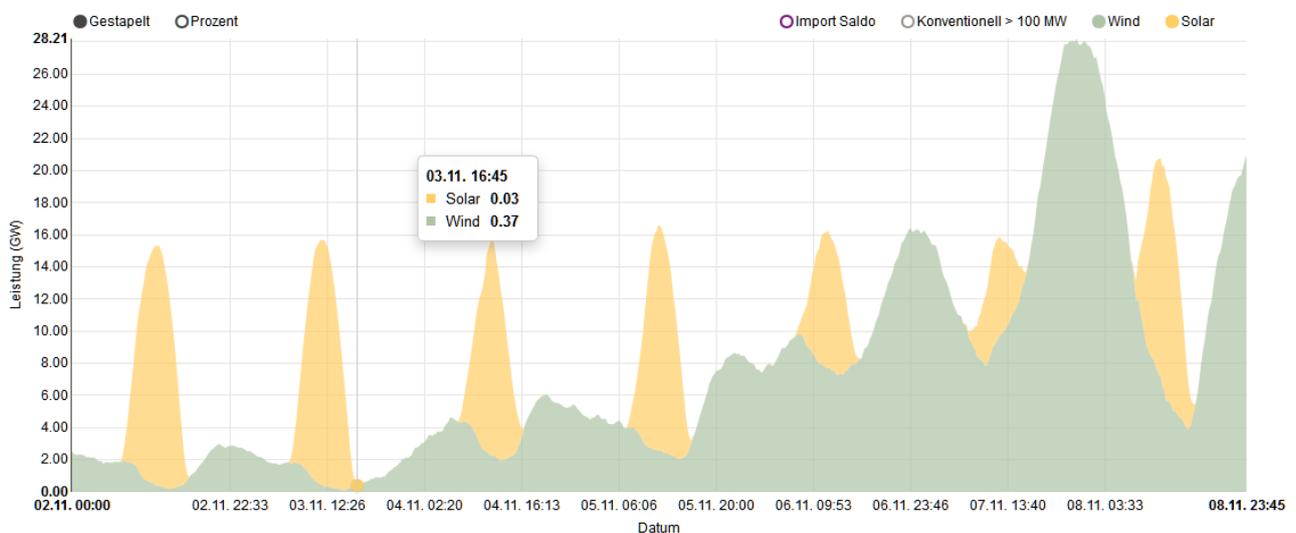


Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX  
 letztes Update: 26 Nov 2015 05:17

Das funktioniert natürlich nur so lange, wie wir noch solche Kraftwerke haben...

Diese Kraftwerke können das aber nicht grenzenlos leisten, da man sie einerseits nicht beliebig herunter regeln kann (wenn zu wenig Dampf vorhanden ist, bewegt sich der Generator nunmal gar nicht mehr - man kennt das auch vom „Standgas“ beim Kraftfahrzeug) und man sie andererseits auch nicht beliebig schnell runter bzw. wieder hoch fahren kann. Schaltet man z.B. ein Kohlekraftwerk ganz ab, dauert es zwischen zwei und acht Stunden, bis es wieder Strom produzieren kann.

Wie groß diese Regelleistung sein muss, kann man am Beispiel 3.11.2015 sehr schön erkennen. An diesem Tag lag die Windstromproduktion von ganz Deutschland (inklusive Offshore-Anlagen) gegen 15:00 Uhr bei lediglich 0,10 GW (also 100 MW). Um 16:45 Uhr wurde die niedrigste gemeinsame Stromproduktion aus Wind und Solar mit 0,40 GW erreicht - also wieder ausgerechnet genau zu dem Zeitpunkt, an dem der Stromverbrauch am höchsten ist:



Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX  
 letztes Update: 14 Nov 2015 16:47

Daraus ergibt sich auch sehr offensichtlich, dass man mit dem Bau von Windenergie- und PV-Anlagen keine konventionellen Kraftwerke ersetzen kann. Bei der „Energiewende“ werden also beide Erzeugungssysteme auch in Zukunft parallel existieren müssen. Dabei werden die konventionellen Kraftwerke durch die ständigen extremen Regeltätigkeiten mechanisch erheblich beansprucht, was sich selbstverständlich auf die Instandhaltungskosten und somit die Stromproduktionskosten auswirkt. Außerdem führt dies zu deutlich höherem Brennstoffverbrauch (man kennt das ja vom Autofahren), was sich zusätzlich direkt auf den Schadstoffausstoß pro erzeugter Strommenge negativ auswirkt.

Bemerkenswert ist aber vor allem, was im Zeitraum ab dem 9.11. bis zum 20.11.2015 geschehen ist:

Durch die recht hohe Windstromproduktion wurden mal wieder zunächst in Norddeutschland die konventionellen Kraftwerke herunter geregelt. Für diesen unvorhergesehenen Eingriff in die Stromproduktion (der Fachbegriff lautet „Redispatch“) erhalten die Kraftwerksbetreiber eine Entschädigung vom Höchstspannungsnetzbetreiber (bei uns also von TenneT), der sich dieses Geld aber natürlich wieder von seinen Kunden holt - auf der Stromrechnung des Endkunden ist das im Posten „Netzentgelte“ enthalten.

Dennoch kam es im deutschen Stromnetz zu einem Ungleichgewicht: Durch die Windstromproduktion vor allem in Norddeutschland entstand dort ein höheres elektrisches Potential als in Süddeutschland - das sich durch die Stromleitungen ausgleichen will, wodurch die Gefahr entstand, dass diese Leitungen überlastet werden. Um dem entgegen zu wirken, wurden in Süddeutschland und Österreich zusätzliche konventionelle Kraftwerke hochgefahren, die normalerweise nicht in Betrieb sind (die sogenannte „Kaltreserve“), um so auch in Süddeutschland das elektrische Potential anzuheben. Auch diese Kraftwerke werden natürlich hierfür bezahlt - und auch dieser Betrag wird wieder an die Stromkunden durchgereicht.

Dass das Kernkraftwerk Grafenrheinfeld inzwischen abgeschaltet wurde, wirkt sich hierbei auch nicht gerade positiv aus. Bei anderen Kraftwerken in Süddeutschland wurde dem Betreiber die Stilllegung dagegen sogar durch die Bundesnetzagentur wegen Systemrelevanz verboten. (Natürlich erhält der Betreiber dafür eine Entschädigung - 70 bis 75 % der entstehenden Kosten. Wer die letztlich zahlt, muss ich wohl nicht sagen.) Darunter befinden sich selbst uralte Ölkraftwerke. Allerdings hält dieses Verbot laut Gesetz maximal zwei Jahre. Das Problem wird also nicht gelöst, sondern nur ein wenig verschoben.

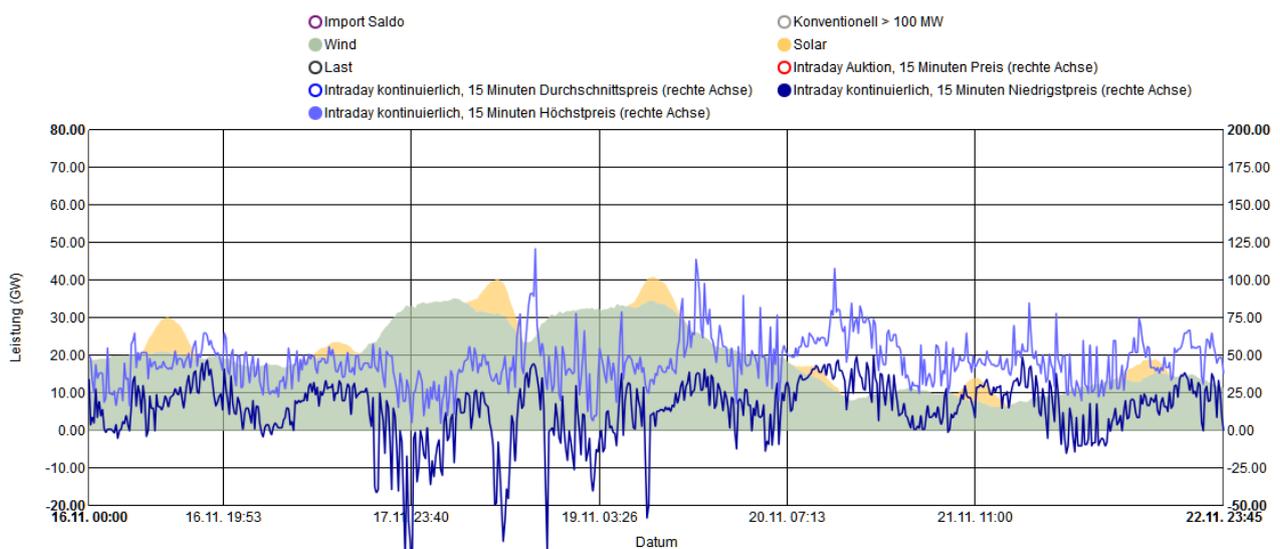
Logische Folge dieses Hochfahrens von Kraftwerken in Süddeutschland ist, dass der eh schon vorhandene Stromüberschuss weiter gesteigert wird. Nicht nur auf dem ersten Blick eine völlig widersinnige Situation.

Auch deshalb kam es zu erheblichen zwangsweisen Stromexporten in das benachbarte Ausland. Diese werden im Übrigen nur zum Teil an der Strombörse abgebildet. Denn dem Strom kümmert es nicht, was an irgendwelchen Börsen entschieden wird - er fließt einfach durch das Stromnetz, immer stur vom höheren Potential zum niedrigeren. Man unterscheidet deshalb zwischen kommerziellen Stromflüssen (an der Börse) und physikalischen Stromflüssen (in der Realität). Insbesondere unsere östlichen Nachbarländer Polen und Tschechien sind jedoch nicht mehr länger bereit, dies einfach

hinzunehmen. Polen errichtet deshalb aktuell (mit deutscher Hilfe) an den beiden Netz-Übergangsstellen zwischen Deutschland und Polen sogenannte Phasenschieber-Transformatoren, mit denen man den Stromfluss steuern kann. Tschechien hat ähnliche Schritte bereits angekündigt.

Die Stromproduktion wirkte sich selbstverständlich auch auf die Preise an der Strombörse aus. Der Preis lag z.B. am 18.11. zwischen 6:00 Uhr und 6:15 Uhr bei 11,45 bis **-21,17 Euro** pro MWh (der Durchschnittspreis war 0,29 Euro pro MWh). Das bedeutet: Wenn man in diesem Moment eine MWh „gekauft“ hat, hat man vom „Verkäufer“ nicht nur den Strom, sondern bis zu 21,17 Euro obendrauf erhalten. Das war aber noch nicht einmal annähernd der Extremwert, denn dieser wurde an diesem Tag zwischen 13:15 und 13:30 Uhr (also etwa während der Maximalproduktion der PV-Anlagen) mit **-73,50 Euro** pro MWh erreicht. Der (bisherige) Spitzenwert im November war am Sonntag den 7.11. im Zeitraum zwischen 20:45 Uhr und 21:00 Uhr glatte **-80 Euro** pro „eingekaufter“ MWh. Gleichzeitig erhält der Betreiber einer Windenergieanlage durch das EEG garantiert rund 9 Cent/kWh - also rund 90 Euro pro MWh. Den Unterschied zwischen diesen Preisen zahlt der Stromkunde in Form der EEG-Umlage. Die Betreiber konventioneller Kraftwerke erhalten diesen Ausgleich dagegen nicht - für diese sind die -80 Euro pro MWh also echte Ausgaben.

Auch der oben bereits beschriebene Strommangel am Nachmittag des 18.11. hat natürlich Auswirkungen auf den Börsen-Strompreis: Zwischen 18:00 Uhr und 18:15 Uhr wurden bis zu 121,00 Euro pro MWh bezahlt (der Durchschnittspreis lag in diesem Zeitraum bei 54,31 Euro).



Datenquelle: 50 Hertz, Amprion, Tennet, TransnetBW, EEX, EPEX  
 letztes Update: 26 Nov 2015 05:18

(Nur am Rande sei an dieser Stelle angemerkt, dass z.B. ein Hans-Josef Fell für die PV-Anlage auf dem Dach seines Wohnhauses in Hammelburg noch bis zum Jahr 2021 sogar satte 99 Pfennig, also 50,6 Cent, pro kWh erhält - für Strom, der laut EPEX SPOT im September 2015 an der Strombörse im Durchschnitt nur etwa 3,188 Cent pro kWh wert war. Denn im EEG, das Herr Fell ja selbst mitverfasst hat, steht ausdrücklich, dass diese Vergütung auch rückwirkend für alle bei Inkrafttreten des EEG bereits vorhandenen Anlagen gilt und für diese der 20-jährige Vergütungszeitraum mit dem Inkrafttreten des EEG beginnt.)

Genau genommen handelt es sich bei Stromexporten zu negativen Preisen um Abfallentsorgung. So wie man dafür bezahlen muss, dass jemand den Hausmüll entfernt,

wird hier halt jemand dafür bezahlt, wenn er den Strommüll beseitigt. In den Darstellungen der Energiewende-Befürworter klingt das dagegen deutlich positiver: „In dieser Region liefern die regenerativen Energien über viele Stunden des Jahres bereits mehr Strom, als die Bürger in derselben Zeit verbrauchen können.“ (Zitat eines Vertreters der Überlandzentrale Lülselfeld.)

Da auch diese Maßnahme noch immer nicht ausreichte, um das Stromnetz vor dem Zusammenbruch zu bewahren, wurden schließlich in Norddeutschland Windenergieanlagen abgeschaltet. Den Strom, den sie deshalb nicht erzeugt haben, aber eigentlich erzeugt hätten, bekamen die Betreiber trotzdem bezahlt (mit 95% der normalen Vergütung). Auch dieses Geld wird selbstverständlich wieder vom Stromkunden eingetrieben.

Zusätzlich haben sich aufgrund der sehr hohen Windgeschwindigkeiten aber auch zahlreiche Windenergieanlagen selbst abgeschaltet - um eine Beschädigung zu verhindern. Hierfür gibt es jedoch (noch?) keine Entschädigung. Besonders betroffen sind hiervon sogenannte Schwachwindanlagen (z.B. Nordex N117/2400), da diese meist schon bei niedrigeren Windgeschwindigkeiten (ca. 20 m/s bzw. 72 km/h) abgeschaltet werden, als „normale“ Windenergieanlagen (meist ca. 25 m/s bzw. 90 km/h).

Von unserem Netzbetreiber TenneT wird als Lösung dieses Problemes die SüdLink-Trasse (von Wilster in Schleswig-Holstein direkt nach Grafenrheinfeld - vermutlich durch die Rhön) angepriesen, die nach aktueller Schätzung (dank beschlossenen Vorrang für Erdkabel) wohl bis zu 13 Mrd. Euro kosten wird (die selbstverständlich wieder der Stromkunde in Form des Netzentgeltes bezahlen darf), von denen aber sicherlich auch ein erklecklicher Teil beim Ausbauenden - also bei TenneT - hängen bleiben wird. Diese Lösung hat allerdings gleich mehrere Schönheitsfehler:

- 1 Die Trasse wird frühestens 2022 fertiggestellt (vermutlich eher deutlich später - auch wenn es kein Flughafen ist)
- 2 Die Kapazität dieser Leitung beträgt maximal 4 GW - sie ist also gar nicht in der Lage, die schon jetzt zeitweise bestehende Überkapazität aufzunehmen
- 3 Die Regierung von Schleswig-Holstein plant bereits - auch aufgrund dieser neuen Leitung - den Windenergieausbau weiter zu forcieren: aus aktuell gut 5 GW Nennleistung sollen bis 2025 10,5 GW werden
- 4 Auch die anderen norddeutschen Bundesländer lassen nicht erkennen, dass sie den Windenergieausbau in nächster Zeit drosseln wollen

Doch auch unabhängig von solchen Planungen verursacht der Ausbau der Windenergie schon jetzt erhebliche Kosten direkt in unserer Region. So hat die Bayernwerk AG bereits ein Planfeststellungsverfahren für den Ausbau der Stromtrasse Haßfurt - Hofheim - Kleinbardorf eingeleitet. Als Begründung für diesen Ausbau wird insbesondere die erwartete Zunahme von Windenergieanlagen in dieser Gegend und der notwendige Abtransport der erzeugten Energie (also von Kleinbardorf Richtung Haßfurt) genannt. Diese Ausbaukosten trägt „selbstverständlich“ nicht der Verursacher, also die Firmen, welche die Windparks in einer Region errichten, wo es gar keine entsprechenden Stromabnehmer gibt, sondern mal wieder der Stromkunde.

Aber selbst die Verteilnetze (also insbesondere die Ortsnetze) müssen ständig weiter ausgebaut werden. Ursache ist hier allerdings weniger die Windenergie, sondern dies wird vor allem durch die PV-Anlagen verursacht. Auch diese Kosten werden selbstverständlich nicht dem Verursacher, sondern dem Stromkunden in Rechnung gestellt. Geradezu unverschämt ist die Situation aber bei den sogenannten „Selbstversorgern“. Da auch diese ihre Stromüberschüsse einfach ins öffentliche Netz blasen, muss auch wegen diesen das Netz ausgebaut werden. Umgekehrt dient diesen Leuten das öffentliche Netz als „kostenlose“ Versicherung für den Fall, dass ihre eigene Stromversorgung ausfällt (z.B. technischer Defekt oder zu lange Stromproduktionspause vor allem im Winter). An den Ausbaukosten beteiligen sie sich aber kaum, da sie ja kaum Strom aus dem öffentlichen Netz beziehen. Bei diesen Leuten handelt es sich also letztlich um Schmarotzer. Anders sähe das natürlich aus, wenn sie sich vom öffentlichen Netz trennen lassen und sich tatsächlich selbst versorgen würden. Das machen sie aber aus naheliegenderem (bereits angedeutetem) Grund nicht. (Mit dieser Begründung wurde bei diesen Leuten inzwischen wenigstens die Befreiung von der EEG-Abgabe aufgehoben.) Neben den Stromnetzen selbst muss aber auch die restliche Infrastruktur stetig erweitert werden. Beispielsweise werden in allen Netzebenen Trafostationen bzw. Umspannwerke ausgebaut oder neue errichtet. Auch diese Kosten werden vollständig an die Stromkunden weitergegeben.

Auch der weitere Ausbau der Windenergie (und Solarenergie) hilft bei den grundsätzlichen Problemen überhaupt nicht - im Gegenteil, er verschärft diese sogar.

Um diese Behauptung zu begründen, genügen bereits die beiden oben schon genannten Extremereignisse: Am 3.11.2015 erzeugten Wind- und Solarenergie gegen 16:45 Uhr gemeinsam 0,40 GW. Am 19.11.2015 erzeugen beide zusammen gegen 11:30 Uhr 41,05 GW. Eine Verzehnfachung des aktuellen Bestandes von Wind- und Solarenergie würde bei gleicher Wetterlage bedeuten, dass zwischen 4 GW (lediglich 6% des durchschnittlichen Verbrauchs) und 410,5 GW (also 604% des durchschnittlichen Verbrauchs) erzeugt würden. Wir bräuchten also selbst dann einerseits noch fast den kompletten heutigen konventionelle Kraftwerkspark und wüssten andererseits oft nicht, wohin mit dem vielen Strom. Selbstverständlich könnte man Windräder und/oder PV-Anlagen abschalten, wenn mal wieder zu viel Strom erzeugt wird. Wenn das aber ohne finanziellen Ausgleich geschieht, rechnen sich die Anlagen für die Betreiber nicht mehr - und es würden wohl keine mehr gebaut. Windenergieanlagen müssen aber spätestens alle 20 Jahre vollständig ausgetauscht werden - PV-Anlagen ca. alle 25 Jahre. Erfolgt dagegen ein finanzieller Ausgleich, wird Strom zunehmend zum Luxusgut - mit entsprechenden Auswirkungen für Verbraucher und Firmen (und damit ein zweites mal für die Verbraucher). Dabei sollte man bedenken, dass direkt neben den deutschen Landesgrenzen diese Probleme nicht existieren. Und wozu solche extremen Unterschiede zwischen verschiedenen Wirtschaftssystemen führen, kennen wir alle doch noch aus dem Beispiel DDR (und wir haben noch nicht einmal einen Zaun, der die Leute und Firmen daran hindern könnte, unser Land zu verlassen - noch nicht?).

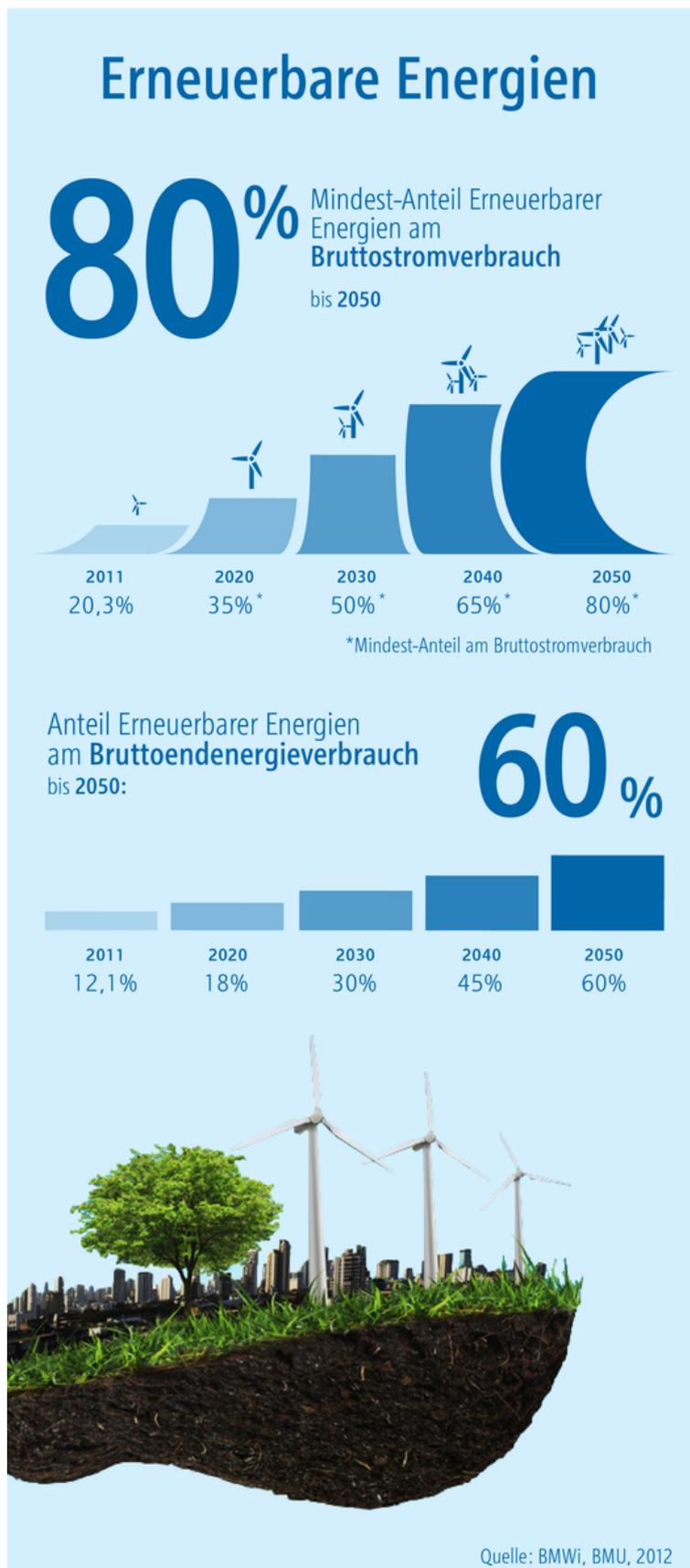
(Nebenbei bemerkt: Anhand dieser Zahlen wird auch schnell deutlich, dass Energiesparen oder Effizienzerhöhung - was ja letztlich das gleiche ist - das Problem nicht behebt. Denn selbst wenn man den Durchschnittsverbrauch z.B. halbiert, sind 4 GW gerade einmal 12% dieses Verbrauchs, dafür sind dann aber 410,5 GW sogar 1.208% des Verbrauchs. Nicht nur, dass das Energiesparen letztlich nichts hilft, dieser Ansatz könnte sogar bei der

Problemlösung hinderlich sein. Denn eine Idee für den Umgang mit dem zufällig erzeugten Strom aus Wind und Sonne ist, dass sich zukünftig nicht mehr die Stromproduktion dem Stromverbrauch anpasst, sondern der Stromverbrauch der Stromproduktion - was als „Flexibilisierung des Verbrauchs“ bezeichnet wird. Man soll also dann viel Strom

verbrauchen, wenn viel erzeugt wird - und umgekehrt. Wenn man als Selbstversorger z.B. ein Stromüberschuss von 1 kW feststellen würde, könnte man einfach 10 Glühbirnen mit je 100 Watt einschalten - und sei es mitten am Tag - und das Problem wäre gelöst. Hätte man allerdings seine Hausbeleuchtung komplett auf 2-Watt-LED-Leuchten umgestellt, müsste man für die gleiche Wirkung 500 solcher Lichter einschalten - was in einem normalen Haushalt wohl eher unrealistisch ist. Umgekehrt hilft es dann auch wenig, wenn man bei Strommangel einige LED-Lichter abschaltet.)

Wollte man dagegen lediglich so viele Windenergieanlagen in Süddeutschland errichten, dass diese dem Stromüberschuss in Norddeutschland entgegenwirken würden, so wäre dies im oben beschriebenen Fall von Vornherein zum Scheitern verurteilt gewesen, weil sich die hohen Windgeschwindigkeiten vor allem auf Norddeutschland konzentrierten.

Und selbst wenn man von einer gleichmäßigen Wetterlage über ganz Deutschland ausgeht, müsste man im Süden Deutschlands aufgrund der niedrigeren Windgeschwindigkeit gegenüber küstennaher Regionen erheblich mehr Windenergieanlagen als in Norddeutschland errichten. Wenn man sich dann noch die offiziellen Ausbauziele bis zum Jahr 2050 vor Augen hält - z.B. dass 60% des Gesamtenergieverbrauchs



(also nicht nur des aktuellen Stromverbrauchs) aus „erneuerbare“ Energien stammen sollen, kann sich sicherlich jeder selbst vorstellen, wie unsere Landschaften in wenigen Jahrzehnten aussehen werden, wenn dieser Plan tatsächlich umgesetzt werden sollte. Klar ist deshalb auch, dass es nicht bei den aktuell im Regionalplan ausgewiesenen Flächen bleiben kann, sondern dass das nur der Einstieg war.

Auch eine Ausweitung des aktuellen deutschen Stromversorgungskonzeptes über die Grenzen Deutschlands hinaus, brächte keine wesentliche Verbesserung. Denn im Extremfall müsste dann eine verhältnismäßig kleine Region (z.B. Deutschland allein oder Spanien allein) in der Lage sein, eine große Region (ganz Europa) mit Strom zu versorgen. Das bedingt nicht nur gewaltige Stromerzeugungskapazitäten in jedem Winkel des Gesamtverbundes, sondern zudem entsprechend hohe Kapazitäten des Übertragungsnetzes.

Grundsätzlich werden die wenigsten Probleme kleiner, indem man lediglich den betroffenen Einflussbereich vergrößert. In den meisten Fällen vergrößern sich dabei die Probleme sogar überproportional. Im Fall der Stromversorgung mittels „erneuerbarer“ Energien z.B. dadurch, dass die Übertragungsverluste erheblich zunehmen würden und die Regelung des Gesamtsystems wesentlich schwieriger würde (als nicht wirklich billige Lösung hierfür gilt das „Smart Grid“).

Matthias Seifert

Alle enthaltenen Diagramme (und die meisten genannten Daten) stammen vom Fraunhofer-Institut:

[https://www.energy-charts.de/power\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/power_de.htm)