

Flächendeckender Schwarzfall – Warum die Grünen für Leichenberge sorgen werden (Teil 1/2)

19. [Februar 2019](#) [Gandalf](#)



Teil1: <https://michael-mannheimer.net/2019/02/19/flaechendeckender-schwarzfall-warum-die-gruenen-fuer-leichenberge-sorgen-werden-teil-1-2/>

Teil2: <https://michael-mannheimer.net/2019/02/22/flaechendeckender-schwarzfall-warum-die-gruenen-fuer-leichenberge-sorgen-werden-teil-2-2/>

Von Gandalf, 19.02.2019

Kann es in Deutschland einen flächendeckenden Schwarzfall oder „Blackout“, also einen großräumigen, vollständigen Ausfall der Stromversorgung für ein bis zwei Wochen geben? Wie groß ist das Risiko für ein solches Ereignis? Was wären die Folgen, sollte es soweit kommen? Und was haben die Grünen damit zu tun?

Wie funktioniert unsere Stromversorgung, warum kommt Strom aus der Steckdose?

Werte Leser, mit diesem Beitrag möchte ich Sie auf eine Reise mitnehmen und Ihnen zeigen, wie unsere Stromversorgung funktioniert und wie wahrscheinlich ein flächendeckender Schwarzfall mittlerweile ist. Wieder einmal ist es ein längerer Beitrag geworden. Um die Gefahr aufzuzeigen, die mittlerweile recht deutlich zu erkennen ist, muss ich ausholen und Grundlagenwissen schaffen. Doch denke ich, es lohnt sich, die Mühe aufzuwenden, denn es handelt sich um ein äußerst wichtiges Thema, das jeden von uns aufs Schmerzhafteste treffen kann.

Wenden wir uns also zuerst den Grundlagen zu. Was ist Strom?

Strom oder elektrischer Strom beschreibt die Bewegung von Elektronen in einem elektrischen Leiter. Elektronen sind negativ geladenen Elementarteilchen, die in allen Atomen vorkommen. Vor allem in Metallen ist ein Teil der Elektronen pro Atom frei beweglich, deshalb eignen sich Metalle besonders gut als elektrische Leiter.

Stromarten:

Es gibt zwei Stromarten, Gleichstrom und Wechselstrom. Beim Gleichstrom fließen die Elektronen gleichförmig in eine Richtung. Beim Wechselstrom hingegen ändert sich die Bewegungsrichtung der Elektronen im Leiter periodisch. Wie oft der Strom in einer Sekunde die Richtung wechselt, wird in der Maßeinheit Hertz angegeben, ein Hertz bedeutet, dass ein vollständiger Schwingungszyklus in einer Sekunde durchlaufen wird. Im europäischen Verbundnetz beträgt die Frequenz 50 Hertz.

Warum wird Wechselstrom verwendet? Das Stromnetz ist in 4 Ebenen untergliedert.

- Übertragungsnetz (Höchstspannung, 220 oder 380 Kilovolt)
- Überregionale Verteilnetze (Hochspannung, 110 Kilovolt)
- Regionale Verteilnetze (Mittelspannung, 10, 20 oder 30 Kilovolt)
- Lokale Verteilnetze (230 bis 400 Volt)

Die einzelnen Ebenen sind über Umspannwerke miteinander verbunden. Mittels Transformatoren wird die Spannung stufenweise herunter- oder herauftransformiert. Diese Umwandlung der Spannung lässt sich mit Wechselstrom flexibel und verlustarm durchführen. Das ist für den Betrieb des Stromnetzes ein entscheidender Faktor. Dadurch können recht einfach Kraftwerke und Verbraucher an das Netz angeschlossen werden.

Ein weiterer Grund für die Verwendung von Wechselstrom ist die Anforderung, die Verluste und die Kosten beim Transport von Strom über weite Strecken möglichst gering zu halten. Deshalb ist es auch sinnvoll, den Strom in der Nähe der Verbraucher zu erzeugen.

Wichtig ist in diesem Zusammenhang folgende Tatsache:

Das Stromnetz ist ein reines Übertragungsnetz. Es gibt keine Möglichkeit, im Stromnetz Strom zu speichern.

Auch wenn das naturgemäß von den Grünen mal wieder anders gesehen wird. Das ist allerdings damit zu erklären, dass das „Expertenwissen“ der Grünen ungetrübt von jeglichem Fachwissen ist.

Deswegen haben wir Speicher. Deswegen fungiert das Netz als Speicher. Und das ist alles ausgerechnet. Ich habe irgendwie keine wirkliche Lust, mir gerade mit den politischen Akteuren, die das besser wissen, zu sagen, das kann nicht funktionieren. Die Bundesnetzagentur, das Bundeswirtschaftsministerium war mit dabei in den Sondierungsgesprächen, als Experten geladen, haben das durchgerechnet. Das ist machbar.

Annalena Baerbock von den Grünen

Seitdem wundern sich vermutlich altgediente Fachleute, warum sie jahrzehntelang die ebenso erstaunlichen wie offensichtlich geheimen Speicherfähigkeiten des Stromnetzes übersehen haben. Nun ja, vermutlich ist nicht jeder Mensch dazu fähig, in die höheren Sphären grüner Gehirnakrobatik vorzudringen.

Und auch diese Tatsache ist ebenso wichtig:

Es muss zu jeder Zeit genau die Menge an Strom ins Netz eingespeist werden, die von den Verbrauchern benötigt und verbraucht wird.

Sowohl zu viel als auch zu wenig Strom führen zu Instabilitäten im Stromnetz und zum Zusammenbruch des Netzes, wenn nicht sofort gegengesteuert wird. Die Aufgabe, das Stromnetz stabil zu halten, ist hoch komplex und anspruchsvoll.

Im Stromnetz gibt es zum einen die Stromerzeuger, welche die Kraftwerke betreiben und den Strom bereitstellen, zum anderen die Netzbetreiber, die den Strom über das Netz zu den Verbrauchern verteilen. Die Netzbetreiber sind dafür verantwortlich, das Netz stabil zu halten und können die Leistung der Kraftwerke beeinflussen.

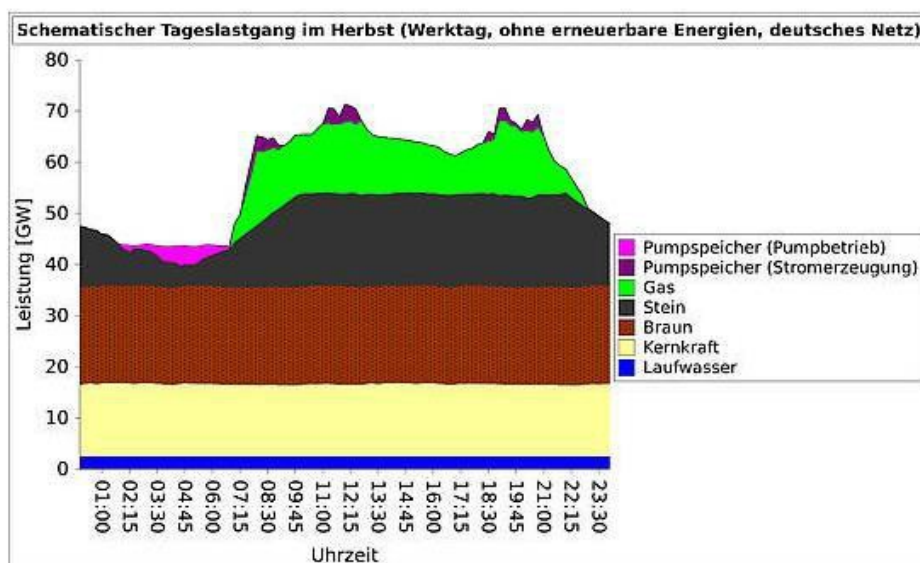
Lastarten

Da der Stromverbrauch schwankt, gibt es drei Stufen für den Einsatz von Kraftwerken. In diesen Bereichen werden die Kraftwerke je nach ihren betriebstechnischen und wirtschaftlichen Eigenschaften eingesetzt.

Die **Grundlast** umfasst den Grundbedarf an Strom, der immer benötigt wird, egal ob am Tag oder in der Nacht, an Werk-, Sonn- oder Feiertagen. Die Grundlast wird hauptsächlich von Braunkohle- und Kernkraftwerken abgedeckt. Vor allem die Kohlekraftwerke für die Grundlasterzeugung sind für den Dauerbetrieb rund um die Uhr und eine gleichbleibende Leistungsabgabe ausgelegt.

Die **Mittellast** umfasst den zusätzlichen Strombedarf, der tagsüber vom Morgen bis zum Abend anfällt. Dieser Bedarf ist gut planbar und an Werktagen höher wie am Wochenende und an Feiertagen. Die Mittellast wird hauptsächlich von Steinkohlekraftwerken abgedeckt.

Die **Spitzenlast** umfasst alle Belastungsspitzen, die über die Mittellast hinausgehen. Die Spitzenlast wird hauptsächlich von Gas- und Pumpspeicherkraftwerken abgedeckt. Beide können schnell auf Lastveränderungen reagieren.



Quelle: <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/09/15/ohne-grosskraftwerke-kein-strom-kohlekraftwerke-ackergauele-sind-nun-mal-keine-springpferde/>

Ein paar Zahlen gefällig? Um welche Größenordnungen handelt es sich?

Führen wir uns nochmal ein geradezu exquisites Beispiel vollkommener grüner Inkompetenz zu Gemüte, dieses Mal vom grünen „Experten“ Cem Özdemir:

„Im Spitzenlastbereich, also nicht im Normallastbereich, dann wenn der Energieverbrauch am höchsten in Deutschland ist, ungefähr mittags zwischen 11 und 12, verbrauchen wir ungefähr 80 Gigabyte“.

80 Gigabyte? Also wenn ich auf meine Stromrechnung schaue, dann finde ich da keine Abrechnung für verbrauchte Bytes. Nun ja, Herr Özdemir, in Byte werden Datenvolumen gemessen, der Strombedarf für den Tageslastgang jedoch in Watt beziffert!

Also, wie sehen die Zahlen wirklich aus? Der Verbrauch in Deutschland beträgt im Bereich der Spitzenlast etwa 80 Gigawatt, für die Grundlast sind mindestens 40 Gigawatt zu veranschlagen. Wie kann man sich einen Stromverbrauch von 80 Gigawatt vorstellen? Gemäß den Vorsätzen für die Maßeinheiten im internationalen Einheitensystem erfolgt die Darstellung in Tausendersprüngen.

80 Gigawatt = 80.000 Megawatt = 80.000.000 Kilowatt = 80.000.000.000 Watt.

Wie wird das Stromnetz stabil gehalten?

Wie gelingt es den Netzbetreibern, Abweichungen zwischen der Menge des in das Netz eingespeisten Stroms und der von den Verbrauchern abgerufene Strommenge auszugleichen, damit das Netz stabil bleibt?

Wichtig für die Netzbetreiber ist die Regelfähigkeit von Kraftwerken. Regelfähigkeit bedeutet, dass zu jeder Zeit bedarfsgerecht die notwendige Leistung abgerufen werden kann. Dabei handelt es sich entweder eine Erhöhung oder eine Verringerung der Stromerzeugung, da die Stromproduktion auf die Millisekunde exakt dem Bedarf folgt. Dieser ständige Ausgleich von Nachfrage und Erzeugung ist die physikalische Grundbedingung für ein stabiles Stromnetz.

Welche Kraftwerkstypen sind regelfähig?

In vollem Umfang regelfähig sind nur die konventionellen Kraftwerkstypen. Folgende Typen sind im Einsatz:

- Thermische Kraftwerke (Braun- und Steinkohlekraftwerke, Gaskraftwerke, Kernkraftwerke)
- Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Funktionsprinzipien der konventionellen Kraftwerke

Thermische Kraftwerke

Thermische Kraftwerke erzeugen Strom durch die Verbrennung von Kohle oder Gas in einem Kessel. Durch den Verbrennungsprozess wird Wasser zu Dampf erhitzt. Dieser Wasserdampf treibt dann einen sogenannten Turbosatz an. Der Turbosatz besteht aus einer Turbine, die vom Dampf in eine Drehbewegung versetzt wird und einem Generator, der, angetrieben von der Turbine den Drehstrom erzeugt und ins Netz einspeist.

Kernkraftwerke erzeugen Strom durch Kernspaltung im Kernreaktor. Dabei entsteht Wärme, welche zumeist auf Wasser übertragen wird. Aus dieser Wärme wird auch hier Wasserdampf

erzeugt und zum Antrieb von Turbosätzen verwendet.

Einschub:

Die Stromerzeugung durch Kernkraft steht im Mittelpunkt scharfer Kritik. Der Grund dafür ist das Restrisiko einer Kernschmelze bei den aktuell verwendeten Siede- oder Druckwasserreaktoren.

Neue Reaktorkonzepte sind jedoch inhärent sicher, das heißt, selbst beim vollständigen Ausfall der Kühlung kann die Nachzerfallswärme passiv abgeführt werden.

Eine Kernschmelze ist nicht mehr möglich.

Auch das Problem des „Restmülls“ in abgebrannten Brennstäben lässt sich lösen. Zum einen werden neue Reaktortypen den größten Teil der Elemente in den Brennstäben verwenden können. Bei den aktuellen Reaktortypen wird nur das Uran-Isotop ^{235}U verwendet, das in der Natur nur in geringen Mengen vorkommt, das Uran-Isotop ^{238}U , das sehr häufig vorkommt, kann nicht verbrannt werden.

Die neuen Typen werden auch ^{238}U und weitere der sogenannten Actiniden mittels schneller Neutronen verwerten können, vor allem die problematischen wie Plutonium und Americium. Zurückbleiben würden im Vergleich zu heute geringe Mengen schwach strahlende Abfälle, die nach wenigen Jahrhunderten keine Strahlung mehr abgeben. Mit diesen Reaktortypen wäre es risikolos möglich, die Kernenergie weiter zu nutzen.

Schnelle Veränderungen der Leistungsabgabe sind mit diesen Kraftwerkstypen nur teilweise möglich. Kohlekraftwerke, speziell die Grundlastkraftwerke sind auf die Abgabe einer gleichbleibenden Leistung ausgelegt. Schnelle Leistungsänderungen sind vor allem mit reinen Gaskraftwerken möglich. Sie haben keinen Kessel und können deshalb innerhalb von Minuten starten. Die Gas- und Dampf-Kombikraftwerke hingegen haben hervorragende Wirkungsgrade, benötigen jedoch Zeit zum Heizen des Kessels und eignen sich daher eher für die Mittellast.

Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerke

Wasserspeicherkraftwerke erzeugen Strom, in dem die kinetische Energie von Wasser an einem Gefälle in elektrische Energie umgewandelt wird. Das geschieht ähnlich wie bei den thermischen Kraftwerken, nur dass hier der Turbosatz nicht von heißem Dampf, sondern vom Wasser angetrieben wird.

Pumpspeicherkraftwerke bestehen aus zwei Wasserbecken, einem oberen Becken auf einer Bergkuppe und einem unteren Becken im Tal. Zwischen den beiden Becken sind die Turbosätze angebracht. Wie beim Wasserspeicherkraftwerk kann zum einen mit der kinetischen Energie des Wassers Strom erzeugt werden. Zusätzlich können Pumpspeicherkraftwerke aber auch Wasser aus dem unteren Becken zurück in das obere Becken pumpen. Das wird meistens in der Nacht gemacht, damit tagsüber im oberen Becken genügend Wasser für die schnelle Stromerzeugung vor allem zum Abdecken der Spitzenlast vorrätig ist.

Beide Typen haben sehr kurze Hochlaufzeiten, innerhalb derer sie ihre volle Leistung zur Verfügung stellen können.

Netzstabilität und Netzfrequenz

Von entscheidender Wichtigkeit für die Netzstabilität ist die Einhaltung der Netzfrequenz von

50 Hertz. Sie muss zu jeder Zeit mit einer Abweichung von maximal $\pm 0,2$ Hertz gehalten werden, um Netzausfälle zu vermeiden.

Um diesen Ausgleich durchführen zu können, benötigen die Netzbetreiber sogenannte Regelenenergie (auch Regelleistung genannt). Die Regelenenergie ist eine Leistungsreserve, welche von den Kraftwerksbetreibern bereitgehalten wird und vom Netzbetreiber abgerufen werden kann, um Schwankungen im Netz auszugleichen.

Die Regelenenergie wird in zeitlich verfügbare Regelenenergiearten gestaffelt.



Quelle: <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/12/04/die-blackout-koalition-sicherheit-der-stromversorgung-bleibt-auf-der-strecke/>

Trägheitsreserve

Am wichtigsten ist hier die augenblicklich wirksame Trägheitsreserve. Bei der Trägheitsreserve (auch Momentanreserve) handelt es sich um die Rotationsenergie, welche in den riesigen, rotierenden Schwungmassen von vielen Tausend Tonnen der Turbosätze der großen thermischen Kraftwerke gespeichert ist. Diese Trägheitsreserve kann nur von den großen, konventionellen Kraftwerken bereitgestellt werden. Die Rotationsenergie kann durch die Trägheit der Massen die Frequenzabweichungen bis zu 30 Sekunden kompensieren.

Primärregelung

Von dem Moment an, in welchem Frequenzabweichungen auftreten, greift parallel zur Trägheitsreserve die Primärregelung und fängt die Leistungsänderungen ab. Die Primärregelung setzt bereits bei einer Abweichung von 0,01 Hertz automatisch ein. Wie funktioniert das?

In den Großkraftwerken wird die Netzfrequenz gemessen und bei Abweichungen entsprechend reagiert. Steigt also der Stromverbrauch im Netz, weil die Verbraucher mehr Strom benötigen, so geben die rotierenden Massen mehr Strom an das Netz ab. Das geht einher mit einer leichten Absenkung der Netzfrequenz. Das ist das Signal, mehr Dampf in die Turbinen einzuspeisen, um die Generatorleistung zu erhöhen. Sinkt der Stromverbrauch im Netz, steigt die Netzfrequenz an, weil zu viel Strom im Netz verfügbar ist. Das ist das Signal, weniger Dampf in die Turbinen einzuspeisen, um die erhöhte Frequenz wieder auf das Normalmaß abzusenken. So stabilisieren die großen Kraftwerke die Netzfrequenz.

Sekundärregelung

Die Sekundärregelung wird nicht mehr von den Kraftwerken durchgeführt, sondern erfolgt auf der Ebene der Übertragungsnetze und ist deswegen wesentlich langsamer. Die Sekundärregelung erfolgt durch Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerke sowie Gaskraftwerke, die schnell

genug die entsprechenden Leistungsänderungen durchführen können. Dadurch werden die Erbringer der Primärregelung entlastet.

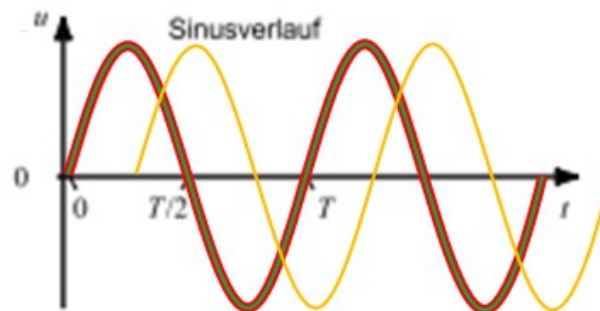
Tertiärregelung

Im Anschluss an die Sekundärregelung kommt, falls notwendig, die Tertiärregelung zum Einsatz, um die Netzstabilisierung zu unterstützen und die Erbringer der Sekundärregelung zu entlasten. Für die Tertiärregelung werden Pumpspeicher-, Steinkohle- und Gaskraftwerke eingesetzt.

Enorm wichtig ist der Umstand, dass die ersten Sekunden einer größeren Störung entscheidend sind. Kann das Netz nicht innerhalb dieses Zeitraums stabilisiert werden, dann ist der Zusammenbruch nicht aufzuhalten.

Um die Netzfrequenz stabil zu halten, gibt es eine Empfehlung von Fachleuten, mindestens 45 Prozent des Stroms in Großkraftwerken mit den entsprechenden Schwungmassen zu erzeugen. Nur diese können die Netzfürung übernehmen. Nach der von den Großkraftwerken vorgegebenen Netzfrequenz müssen sich alle anderen Anlagen richten und ihren Strom mit der gleichen Frequenz und der gleichen Phasenlage ins Netz einspeisen.

Falls zwei Generatoren mit ungleicher Phasenlage Strom ins Netz einspeisen, arbeiten sie gegeneinander statt miteinander. Dadurch würden sie sich gegenseitig innerhalb von wenigen Sekunden zerstören (die Wicklungen der Generatoren würden ausbrennen).



Rote Kurve: Sinusförmige Netzspannung, Netzfürung durch Kraftwerke
 Grüne Kurve: Einspeisung von Strom mit gleicher Frequenz und Phasenlage nach Vorgabe durch Netzfürung
 Gelbe Kurve: Phasenverschobene Einspeisung von Strom ins Netz

Nochmal in aller Deutlichkeit:

Ohne ausreichende Verfügbarkeit von konventioneller Kraftwerksleistung ist das Netz in kritischen Situationen nicht stabil zu halten!

Ein weiterer, wichtiger Grund für die Einhaltung der Netzfrequenz ist der Umstand, dass durch Absinken der Netzfrequenz auf einen Wert unter 47,5 Hertz an den Generatoren mechanische Resonanzschwingungen auftreten können, die zur Zerstörung der Generatoren führen. Kraftwerke gehen deshalb beim Erreichen dieser Grenze automatisch vom Netz.

So weit, so gut. Diese Art der Stromerzeugung und des Netzbetriebs haben über Jahrzehnte hervorragend funktioniert. Mit dieser ausgeklügelten Vorgehensweise hatte Deutschland lange Zeit das stabilste und zuverlässigste Stromnetz der Welt. Bis ins Jahr 2004 waren jährlich nur 2 bis 3 Regeleingriffe zur Netzstabilisierung notwendig.

Und dann kamen die Grünen mit den „erneuerbaren Energien“!

Was sollen den nun erneuerbare Energien sein? Allein schon der Begriff ist Unsinn! Werfen wir einen kurzen Blick auf die physikalischen Grundlagen.

Durch den Energieerhaltungssatz wissen wir, dass Energie weder vollständig neu erzeugt noch vernichtet werden kann. Einzig die Umwandlung von einer Form in eine andere ist möglich.

Der deutsche Physiker Hermann von Helmholtz hat den Energieerhaltungssatz als allgemeingültiges Prinzip wie folgt formuliert:

Energie kann weder erzeugt noch vernichtet werden. Sie kann nur von einer Form in andere Formen umgewandelt werden oder von einem Körper auf andere Körper übertragen werden.

Es gibt also keine erneuerbaren Energien! Gemeint ist mit diesem Begriff Energie, die von Solarmodulen, Windrädern und Biogasanlagen erzeugt wird.

Warum Solarmodule und Windräder?

Hier kommen natürlich schon wieder die Grünen ins Spiel, die federführend sind, wenn es darum geht, den Schwindel mit dem bösen, bösen Klimawandel voranzutreiben. Jeder, der es wissen und sich informieren will, sollte mittlerweile erkannt haben, dass es sich bei dem Thema Klimawandel um einen weiteren Riesenschwindel marxistischer Prägung handelt. Das es sich nicht um eine Erwärmung handelt, sondern um einen weiteren Versuch, die Menschen zu versklaven und zu kontrollieren, dieses Mal mittels einer globalen Transformation.

Weiterführende Informationen dazu gibt es in Hülle und Fülle z.B. bei EIKE (Europäisches Institut für Klima und Energie), dort wird der Klimaschwindel tagtäglich aufs wunderbarste seziiert und entlarvt.

Welche Probleme entstehen, wenn Solarmodule und Windräder Strom ins Netz einspeisen?

Betrachten wir kurz die Nachteile. Vorteile sind in Bezug auf Netzstabilität und Versorgungssicherheit schlicht und ergreifend keine zu finden.

Solarmodule

- Stromerzeugung nur zwischen Sonnenaufgang und Sonnenuntergang
- Eingeschränkte bis nicht vorhandene Stromerzeugung bei Bewölkung oder Inversionswetterlagen
- Keine Regelfähigkeit
- Bei wechselnden Beschattungsverhältnissen im Bezug auf die Wolkendichte entstehen starke und kurzfristige Schwankungen in der Leistungsabgabe

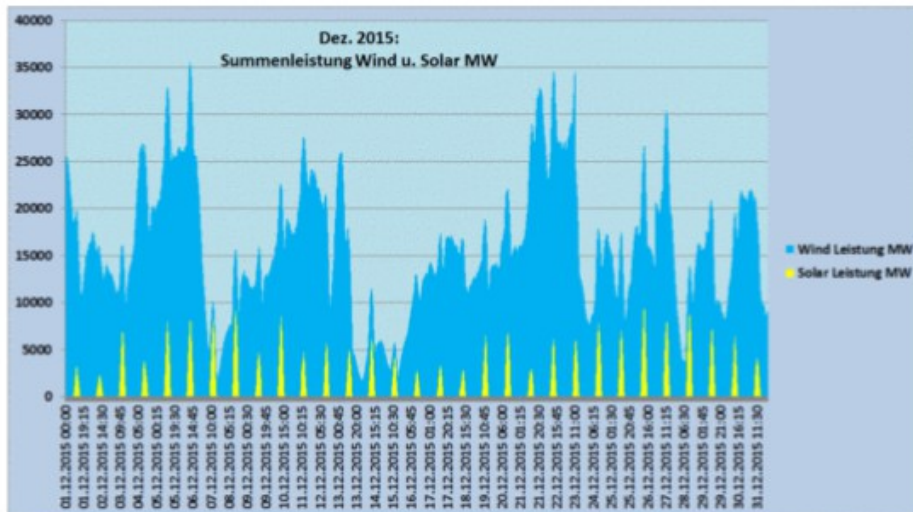
Windräder

- Stromerzeugung nur bei Wind, keine Leistungsabgabe bei Windstille, bei schwachem Wind keine nennenswerte Leistungsabgabe, bei starkem Wind müssen die Windräder abgeschaltet und aus dem Wind gedreht werden, optimale Ausbeute nur innerhalb eines schmalen Fensters der Windgeschwindigkeiten
- Keine Regelfähigkeit

- Teilweise extreme und sehr kurzfristige Schwankungen in der Leistungsabgabe vor allem bei Windböen

Ein konkretes Beispiel

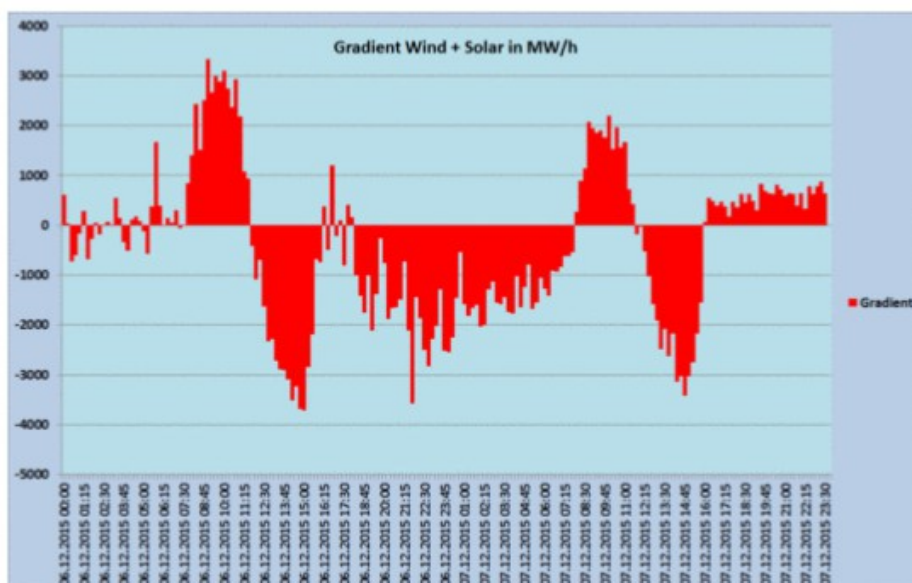
In der folgenden Grafik sind die starken Schwankungen in Bezug auf die eingespeiste Leistung deutlich zu erkennen.



Grafische Darstellung der Summenleistung der deutschen Wind- und Solarerzeuger im Dezember 2015, basierend auf viertelstündlich aufgezeichneten Daten der Strombörse EEX.

Quelle: <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/>

Zur Verdeutlichung schauen wir uns noch die sogenannten Kurzfrist-Gradienten an. Dabei handelt es sich um eine Darstellung der ständigen, stark kurzfristigen Schwankungen in feiner zeitlicher Auflösung.



Die Auftragung der kurzfristigen Schwankungen des Aufkommens an Wind- und Solarstrom bei viertelstündlicher Auflösung zeigt ein ruheloses Hin und Her mit Amplituden bis zu mehr als 3.700 MW/h

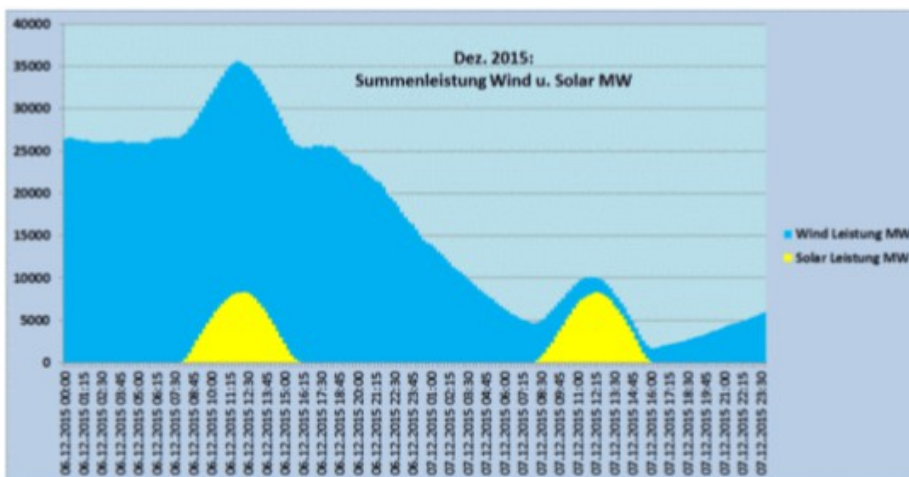
Quelle: <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/>

Der Begriff Amplitude beschreibt die maximale Auslenkung bzw. den maximalen Spitzenwert, gemessen als Abweichung vom Mittelwert.

Die Grafik zeigt eine viertelstündliche Auflösung, es gibt jedoch Hinweise darauf, dass diese Schwankungen bei Windstrom bis in den Minutenbereich anzutreffen sind.

Zum Vergleich: eine Amplitude von 4 Gigawatt entspricht dem vollen Leistungsumfang von vier großen Kohlekraftwerken. Und diese enormen Schwankungen müssen ununterbrochen ausgeglichen werden, um das Netz stabil zu halten. Eine regelrechte Sysiphusaufgabe für die Netz- und Kraftwerksbetreiber.

Schauen wir uns abschließend das Ausmaß der Schwankungen an einem Beispiel aus dem Dezember 2015 an. Besonders deutlich ist das am 6. und 7. Dezember bei hoher zeitlicher Auflösung zu sehen.



Quelle: [https://www.eike-](https://www.eike-klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/)

[klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/](https://www.eike-klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/)

Am 6. Dezember um 12:30 erreicht die Stromeinspeisung durch Wind- und Solarenergie einen Spitzenwert von gut 35 Gigawatt. Am 7. Dezember gegen 16:00 erreicht die Stromeinspeisung durch Wind und Solar nur noch knapp zwei klägliche Gigawatt. Innerhalb von 28 Stunden ein Einbruch um fast 34 Gigawatt. Das ist dann der Unterschied zwischen installierter und erbrachter Leistung (auch das können Grüne nicht auseinanderhalten).

Gleichzeitig stieg der Strombedarf deutlich an und erreichte in der Spitze 80 Gigawatt. Das führte dazu, dass die Netz- und Kraftwerksbetreiber sozusagen die Brechstange auspacken und die Leistungsabgabe der konventionellen Kraftwerke innerhalb von 35 Stunden um 38 Gigawatt steigern mussten. Mit allen negativen Folgen für die Kraftwerke, die durch solche brachialen Laständerungen hervorgerufen werden.

Daraus folgt zwingend, dass die gesamte benötigte Leistung bis hin zur Spitzenlast immer in vollem Umfang durch konventionelle Kraftwerke vorgehalten werden muss, um Totalausfälle im Bereich der Wind- und Solarenergie auffangen zu können, wie sie z. B. bei tagelang

anhaltenden Inversionswetterlagen auftreten.

Aus den gezeigten Grafiken kann ebenfalls zweifelsfrei abgeleitet werden, dass weder Wind- noch Solarenergie auch nur im entferntesten grundlastfähig sind und es auch nie sein werden.

Die Grünen fordern, die Stromversorgung zu 100 % auf erneuerbare Energien umzustellen

Das ist jedoch eine nicht realisierbare Schnapsidee. Aufgrund der oben genannten Fakten ist eine Stromversorgung durch erneuerbare Energien zu 100 % nicht machbar. Wenn die Sonne nicht scheint und kein Wind weht, wird kein Strom erzeugt. Windräder und Solarmodule haben keine Schwungmassen, mit ihnen ist somit weder die Trägheitsreserve noch die Primärregelung möglich und deshalb könnte das Netz nicht stabil betrieben werden. Obendrein ist mit Windrädern und Solarmodulen eine vollkommen synchrone Einspeisung nicht möglich, da die Leistungsabgabe von Windrädern und Solarzellen stark schwankt und ständig nachgeregelt werden muss.

Ein weiterer Grund ist, dass laut einer Studie der Netzbetreiber immer mindestens 20 Gigawatt konventioneller Kraftwerkskapazität im Netz verfügbar sein muss, um Trägheitsreserve und Primärregelung sicherzustellen.

Und das selbst dann, wenn Wind- und Solarenergie vorübergehend den Bedarf komplett abdecken könnten (z. B. an Feiertagen, wenn der Stromverbrauch niedrig ist und gleichzeitig ein starker Wind weht). Dann müssen Windräder und Solarmodule vom Netz getrennt werden oder der Strom fließt über das europäische Verbundnetz in die Nachbarländer.

Wie reagieren unsere Nachbarn darauf?

Das destabilisiert zunehmend auch die Netze unserer Nachbarn. Diese wehren sich nun gegen die unerwünschte Flutung ihrer Netze mit sogenannten Querregeltransformatoren (auch Phasenschieber genannt) an den Grenzen zu Deutschland. Diese Transformatoren täuschen dem deutschen Netzbetreiber vor, dass die Frequenz des Netzes im Nachbarland bereits zu hoch ist und das Netz im Nachbarland keinen weiteren Strom mehr aufnehmen kann. Diese Vorgehensweise gefährdet allerdings das europäische Verbundnetz.

Zu guter Letzt können die Netzbetreiber noch versuchen, den Strom über die Strombörse in die Nachbarländer zu exportieren. Im Zweifelsfall bezahlen die Netzbetreiber dafür, dass der Strom abgenommen wird. Die Kosten dafür finden sich natürlich auf unseren Stromrechnungen wieder.

Und wenn der verfügbare Strom nicht ausreicht?

Ist die verfügbare Leistung im Netz zu gering, können die Netzbetreiber auch einen sogenannten Lastabwurf durchführen. Lastabwurf bedeutet, dass Stromverbraucher vom Netz getrennt und somit nicht mehr versorgt werden. Das wird über eine sogenannte Kaskade gemacht. Diese Kaskadierung ist im Energiewirtschaftsgesetz festgeschrieben.

Zuerst werden Großverbraucher wie Metallhütten, Walzwerke, Gießereien und Glashütten abgeworfen. Bisher war das immer ausreichend. Sollte es nicht genügen, können danach ganze Großstädte oder zumindest Stadtviertel abgeworfen werden. Diese Lastabwürfe häufen sich zunehmend, die betroffenen Unternehmen klagen über Produktionsausfälle, Sachschäden und lächerlich geringe Entschädigungszahlungen, welche die entstandenen Schäden noch nicht einmal im Ansatz abdecken. Fällt z. B. der Strom für eine Metallhütte zulange aus, erstarrt die Schmelze in den Hochöfen und diese werden dadurch zerstört. Deutschland ist auf dem Weg zurück in die

industrielle Steinzeit.

Wir leisten es uns, die Stromversorgung doppelt aufzubauen, mit den konventionellen Kraftwerken, die unverzichtbar sind und mit Solarmodulen und Windrädern, die eigentlich keiner braucht.

Wie wird sich das weiterentwickeln?

Mit zunehmenden Anteil an Windrädern und Solarmodulen, die ihren Flatter- oder Zappelstrom ins Netz einspeisen, wird es schwieriger, die Netzstabilität sicherzustellen. Und mit jedem weiteren Windrad, mit jedem weiteren Solarmodul, in Kombination mit dem Abbau konventioneller Kraftwerkskapazität (weitere Abschaltungen von Kern- und Kohlekraftwerken) wird die Situation immer schlimmer und immer schlechter beherrschbar.

Trotzdem hat der von Solarmodulen und Windrädern erzeugte Strom Einspeisevorrang. Das ist festgelegt im EEG (Erneuerbare-Energien-Gesetz). Darin wird u.a. geregelt, dass der gesamte zur Einspeisung angebotene Strom vorrangig abgenommen werden muss. Ist es nicht möglich, den angebotenen Strom ins Netz einzuspeisen, werden die Anlagenbetreiber für die entgangenen Einnahmen entschädigt. Die reinste Goldgrube. Egal, ob der Strom gebraucht wird oder nicht, die Anlagenbetreiber verdienen Geld.

Aus diesem Grund verlangen grünlackierte „Experten“, das die Leistungsabgabe der konventionellen Kraftwerke sich endlich mal nach dem eingespeisten Flatterstrom von Windrädern und Solarzellen richten soll und somit der Strom aus den konventionellen Kraftwerken nicht mehr die Leitungen „verstopft“. Derartige Forderungen zeugen abermals von grün-ideologischer Denkschwäche und vor allem von totaler Ahnungslosigkeit.

Zusammenfassung

1. Stromnetz

Im Stromnetz wird mit Wechselstrom gearbeitet, die Frequenz beträgt 50 Hertz. Wechselstrom wird verwendet, um die 4 Ebenen des Stromnetzes über Umspannwerke flexibel und verlustarm miteinander zu verbinden sowie Kraftwerke und Verbraucher einfach ans Netz anschließen zu können.

Das Stromnetz ist ein reines Übertragungsnetz. Es hat keinerlei Speicherfähigkeiten. Es muss zu jeder Zeit genau die Menge an Strom ins Netz eingespeist werden, die benötigt wird. Sowohl zu viel als auch zu wenig Strom führen ohne sofortige Gegenmaßnahmen zu Instabilitäten und zum Zusammenbruch des Netzes.

Der Strombedarf verteilt sich auf Grundlast, Mittellast und Spitzenlast. Für die Grundlast sind mindestens 40 GW zu veranschlagen, für die Spitzenlast etwa 80 GW.

2. Netzstabilität

Thermische Kraftwerke erzeugen Strom durch einen Verbrennungsprozess oder durch Kernspaltung. Die erzeugte Wärme wird auf Wasser übertragen und dieses treibt im dampfförmigen Zustand den Turbosatz an, somit wird Strom erzeugt und ins Netz eingespeist.

Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerke beziehen die Antriebsenergie für den

Turbosatz aus der kinetischen Energie fließenden Wassers. Pumpspeicherkraftwerke können zusätzlich Wasser wieder ins das obere Becken zurückpumpen und später wieder zum Abdecken der Spitzenlast verwenden.

Für den Ausgleich von Instabilitäten benötigen die Netzbetreiber Regelenenergie, die von den Kraftwerksbetreibern bereitgehalten wird. Die schnelle Reaktion in den ersten Sekunden einer größeren Störung sind entscheidend. Netzstabilität kann nur durch ausreichende Verfügbarkeit von konventioneller Kraftwerksleistung sichergestellt werden.

3. Erneuerbare Energien

Gemäß dem Energieerhaltungssatz gibt es keine erneuerbaren Energien. Mit diesem Begriff wird Energie erzeugt durch Solarmodule und Windräder bezeichnet. Aufgrund der grünen Vorstellung von einem menschengemachten Klimawandel soll Energie von Solarmodulen und Windrädern erzeugt werden, um CO₂ einzusparen.

Solarmodule und Windräder liefern nur dann Strom, wenn die Umgebungsbedingungen es erlauben. Der gelieferte Strom unterliegt teilweise extremen Schwankungen in der Leistungsabgabe mit hohen Amplituden. Diese Schwankungen müssen von den Netzbetreibern ununterbrochen ausgeglichen werden.

Aus diesem Grund muss die gesamte benötigte Leistung bis zur Spitzenlast immer in vollem Umfang durch konventionelle Kraftwerke bereitgehalten werden. Zudem sind Wind- und Solarenergie in keiner Weise grundlastfähig.

4. Stromversorgung umstellen

Die Grünen wollen die Stromversorgung zu 100 % auf erneuerbaren Energien umstellen. Das ist nicht realistisch, da ohne Sonne und Wind kein Strom erzeugt werden kann. Zudem fehlen die Schwungmassen für Trägheitsreserve und Primärregelung. Deshalb müssen immer mindestens 20 GW konventionelle Kraftwerkskapazität am Netz sein.

Wird zu viel Strom aus Wind und Solaranlagen ins Netz eingespeist, dann versuchen die Netzbetreiber ihn in die Netze der Nachbarländer zu leiten oder an der Strombörse zu verkaufen. Ist zu wenig Strom verfügbar, führen die Netzbetreiber Lastabwürfe durch und trennen zumeist Großverbraucher vom Netz. Die Anzahl der Eingriffe und die Kosten für die Netzstabilisierung steigen immer weiter an.

Wir leisten uns, die Stromerzeugung doppelt aufzubauen, konventionell und erneuerbar. Durch weitere Windräder und Solarmodule wird die Stabilität des Netzes weiter gefährdet. Dabei muss der Strom aus diesen Anlagen vorrangig abgenommen werden und selbst dann vergütet werden, wenn die Anlagen vom Netz genommen werden müssen.

Flächendeckender Schwarzfall – Warum die Grünen für Leichenberge sorgen werden (Teil 2/2)

[22. Februar 2019 Gandalf](#)



Von Gandalf, 21.02.2019

Kann es in Deutschland einen flächendeckenden Schwarzfall oder „Blackout“, also einen großräumigen, vollständigen Ausfall der Stromversorgung für ein bis zwei Wochen geben? Wie groß ist das Risiko für ein solches Ereignis? Was wären die Folgen, sollte es soweit kommen? Und was haben die Grünen damit zu tun?

Dann lassen wir das Netz halt zusammenbrechen, na und?

Wenn der Strom ausgefallen ist, dann schalten wir die Kraftwerke aus, warten fünf Minuten und schalten sie dann wieder ein. Ist doch kein Problem, oder?

So, werte Leser, hier stoßen wir nun zum Kern der Sache vor!

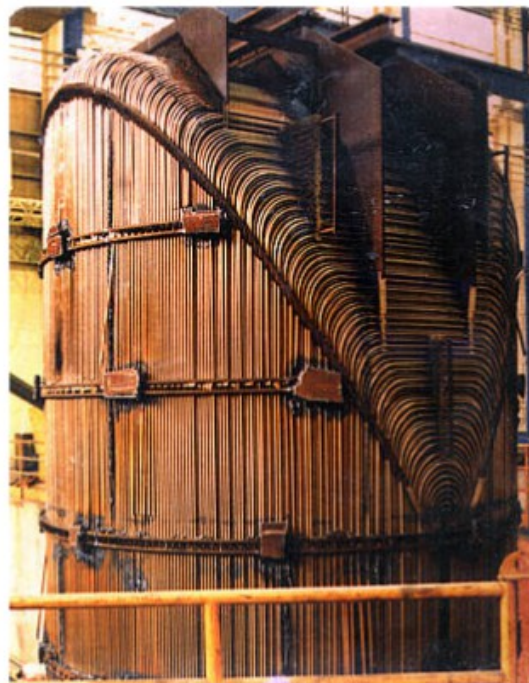
Großkraftwerke können nicht einfach, wie z.B. ein Automotor gestartet oder ausgeschaltet werden oder im Stop-and-Go-Modus gefahren werden. Das ergibt sich bereits aus den Dimensionen dieser

Kraftwerke mit zehntausenden von Tonnen an Gewicht. Aufgrund der Trägheit dieser Massen sind schnelle und abrupte Änderungen nicht möglich.

Das Herzstück eines Kohlekraftwerks ist der Kessel, eine zylinderförmige Konstruktion, bei der im unteren Bereich Kohlestaub und Druckluft eingeblasen und mit Temperaturen bis zu 1450 °C verbrannt wird. Im oberen Bereich des Kessels befindet sich der Dampferzeuger. In ihm verlaufen Röhrenbündel, in denen sich Wasser befindet. Durch die Hitze wird das Wasser in den Rohren auf Temperaturen von teilweise über 600 °C erhitzt und geht in den dampfförmigen Zustand über mit einem Dampfdruck von bis zu 274 bar. Dieser Dampf treibt dann den Turbosatz an.

Solche Kessel erreichen ein Gewicht von bis zu 10.000 Tonnen und Höhen bis zu 170 m für die größten Kraftwerke. Das Anfahren des Kraftwerks vom kalten Zustand aus muss besonders behutsam durchgeführt werden, da die gesamte Konstruktion sich aufgrund der Erwärmung um bis zu einem Meter oder mehr ausdehnt. Ist die Temperaturverteilung dabei nicht gleichmäßig, so kommt es zu Spannungen, welche das Material schädigen können.

Deshalb ist das Anfahren eines Großkraftwerks zeitaufwändig.



Beispiel für die Konstruktion eines Dampferzeugers.

Quelle: <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/09/15/ohne-grosskraftwerke-kein-strom-kohlekraftwerke-ackergaeule-sind-nun-mal-keine-springferde/>

Schäden an der Konstruktion treten auch dann auf, wenn der Kessel nicht in einem stabilen Betriebszustand mit langsamen Änderungen der Temperatur- und Druckverhältnisse verbleiben kann, sondern plötzliche Lastwechsel vollziehen muss. Solche Lastwechsel verursachen Temperaturunterschiede und damit Materialspannungen. In der Folge kommt es zu Schäden, die teure Reparaturen am Dampferzeuger zur Folge haben.

Maximal mögliche Laständerungswerte für Kraftwerke:

- Kernkraftwerke: ± 63 Megawatt pro Minute
- Neuere GuD-Kraftwerke: ± 38 Megawatt pro Minute
- Neue Kohlekraftwerke: ± 26 Megawatt pro Minute
- Alte Kohlekraftwerke: ± 8 Megawatt pro Minute

Ein weiterer Grund, warum die Kraftwerke behutsam angefahren werden müssen, sind die Wellen der Turbosätze. Diese Wellen können bis zu 60 Meter lang sein, der komplette Turbosatz mit Welle wiegt mehrere hundert Tonnen. Der Anlauf von Turbosätzen aus dem Kaltzustand kann bis zu einer Woche dauern. Lässt man den Turbosatz zu schnell anlaufen, kann sich durch die schnelle und vor allem ungleichmäßige Wärmedehnung die Welle im Gehäuse verklemmen. Im ungünstigsten Fall zerlegt sich dabei der Turbosatz.

Aus diesem Grund wird die Welle bei niedriger Drehzahl langsam auf bis $300\text{ }^{\circ}\text{C}$ vorgeheizt. Danach kann der Turbosatz auf die Betriebsdrehzahl hochgefahren werden, typischerweise entweder 1500 oder 3000 Umdrehungen pro Minute.



Beispiel für eine Welle für den Einsatz für einem Turbosatz für konventionelle Kraftwerke

Quelle: www.eike-klima-energie.eu/2013/11/04/stromnetze-am-limit-das-risiko-waechst-mit-jedem-windrad-nehmen-die-probleme-zu/

Aus den genannten Gründen braucht es mindestens 7 bis 15 Stunden zum Anfahren eines Kraftwerks, bei den großen Grundlastkraftwerken kann das Anfahren eben bis zu einer Woche dauern.

Bei Kernkraftwerken ist das Anfahren ein streng reglementierter und langwieriger Vorgang. Eine große Anzahl von Prüfungen muss durchgeführt werden, Haltepunkte eingehalten werden und das alles nach dem Grundsatz, dass die Sicherheit in jeder Hinsicht zuerst kommt. Auch hier ist ein schnelles Wiederanfahren nicht möglich.

Nun ist es aller Bemühungen zum Trotz doch soweit gekommen – der Schwarzfall ist eingetreten

Wenn in Bezug auf diesen Wahnsinn mit den erneuerbaren Energien nicht gegengesteuert wird, dann wird es eines Tages soweit sein. Das Netz konnte bei Schwankungen nicht zusammenhängend

stabil gehalten werden und ist zusammengebrochen. Alle Versuche, das zu verhindern, sind fehlgeschlagen.

Die Kraftwerke trennen sich automatisch vom Netz, da sie den erzeugten Strom nicht mehr loswerden. Die Betreiber der thermischen Kraftwerke werden in dieser Situation versuchen, die Leistung soweit zu reduzieren, dass sie nur noch für den Eigenbedarf produzieren und diesen keineswegs optimalen Betriebszustand für einige Stunden durchzuhalten. Gelingt das nicht oder dauert der Ausfall zu lang, müssen die Kraftwerksblöcke abgeschaltet werden.

Der Strom ist weg – welche Auswirkungen hat das?

Die Folgen und Auswirkungen eines längeren, großflächigen Stromausfalls wurden vom Büro für Technikfolgen-Abschätzung beim Deutschen Bundestag untersucht und in der Drucksache 17/567217 „Gefährdung und Verletzbarkeit moderner Gesellschaften –am Beispiel eines großräumigen und langandauernden Ausfalls der Stromversorgung“ veröffentlicht.

Aus der Zusammenfassung:

Aufgrund der nahezu vollständigen Durchdringung der Lebens- und Arbeitswelt mit elektrisch betriebenen Geräten würden sich die Folgen eines langandauernden und großflächigen Stromausfalls zu einer Schadenslage von besonderer Qualität summieren. Betroffen wären alle Kritischen Infrastrukturen, und ein Kollaps der gesamten Gesellschaft wäre kaum zu verhindern. Trotz dieses Gefahren- und Katastrophenpotenzials ist ein diesbezügliches gesellschaftliches Risikobewusstsein nur in Ansätzen vorhanden.

Genau hier liegt der Hund begraben. Wohl nur wenige Menschen haben jemals darüber nachgedacht, wie sehr unsere hochtechnisierte Gesellschaft von Strom abhängig ist und dass ohne Strom so gut wie gar nichts funktioniert.

Als mögliche Ursachen werden technisches und menschliches Versagen, kriminelle oder terroristische Aktionen, Epidemien, Pandemien oder Extremwetter-Ereignisse angegeben. In einem Szenario mit einem Stromausfall von zwei Wochen oder mehr sind extreme finanzielle Schäden zu erwarten. Bisherige Stromausfälle dauerten höchstens einige Tage und verursachten Kosten bis zu mehreren Milliarden US-Dollar. Hier ist zu erwarten, dass die Schäden um Größenordnungen höher liegen.

Es wird festgestellt:

Insgesamt ist mit guten Gründen davon auszugehen, dass künftig die Ausfallwahrscheinlichkeit zunehmen wird

Betrachtung der Auswirkungen in unterschiedlichen Bereichen

Die Gefahr eines großflächigen Stromausfalls ist vor allem im Winter hoch, da der Energiebedarf in der kalten Jahreszeit höher ist. Die Auswirkungen sind gigantisch. Schauen wir uns diese Auswirkungen mal an.

Kommunikation

Digitale Festnetztelefone fallen sofort aus, analoge Festnetztelefone funktionieren solange, wie die Ortsvermittlungstellen Notstrom haben (maximal 8 Stunden). Internetzugang ist nicht mehr möglich, da die Router ohne Strom nicht arbeiten. Mobiltelefone können über ihren Akku noch ein

paar Tage funktionieren, sofern die Basisstationen Strom zum Senden und Empfangen haben.

Notrufe sind schnell nicht mehr möglich.

Radiosendungen können nur über batteriebetriebene Geräte gehört werden. Die öffentlich-rechtlichen Sender haben aufgrund ihres Versorgungsauftrags eine Notstromversorgung und können einen Notbetrieb aufrechterhalten.

Auch die Kommunikationsnetze der Behörden können über Notstromanlagen 2 bis 3 Tage betrieben werden, danach wird es schwierig. Ein entsprechendes Chaos ist zu erwarten.

Verkehr

Straßenverkehr

Sämtliche Ampelanlagen fallen aus. Es entsteht vor allem in den Großstädten ein Verkehrschaos mit zahlreichen Unfällen. Tunnel und Schrankenanlagen sind blockiert. Der Verkehr auf den Autobahnen fließt noch relativ unbeeinträchtigt. Nachts steht keine Beleuchtung mehr zur Verfügung. Polizei, Krankenwagen und Feuerwehr bleiben im Verkehrschaos stecken. Die Bergung von Unfallopfern, sowohl von Verletzten als auch Toten gestaltet sich schwierig.

Die elektrisch betriebenen Pumpen an den Tankstellen fallen aus, der Treibstoff kann den Tanks nicht mehr entnommen werden. Autofahrer, welche mit leeren Tanks die Tankstellen an den Rastanlagen der Autobahnen anfahren, stranden dort. Schnelle Hilfe ist nicht zu erwarten.

Mit jedem weiteren Tag kommt der Individualverkehr mehr zum Erliegen. Das THW muss mit Notstromaggregaten an ausgesuchten Tankstellen die Betankung von Einsatzfahrzeugen unterstützen.

Schienenverkehr

Alle elektrisch betriebenen Züge, Straßenbahnen und U-Bahnen kommen sofort zum Stehen. Teilweise auf freiem Feld, in Tunnels, auf Brücken. Fahrgäste müssen teilweise unter schwierigen Umständen geborgen werden. Leitstellen und Stellwerke sind in ihrer Funktion stark eingeschränkt. Wichtige Trassen müssen freigemacht werden, überregionale Transportachsen eingerichtet werden, um die Versorgung der Bevölkerung mit wichtigen Gütern zu ermöglichen.

Luftverkehr

Die großen Flughäfen verfügen über Notstromanlagen, durch welche der Betrieb der technischen Einrichtungen sichergestellt ist. Starts und Landungen können für einige Tage noch abgewickelt werden. Aber immer mehr Passagiere können die Flughäfen nicht verlassen und stranden dort.

Wasserverkehr

Schiffe können nicht mehr be- und entladen werden, der gesamte Hafenbetrieb kommt zum Stillstand.

Versorgung

Gebäude

In den Häusern geht ebenfalls das Licht aus. Kühlschränke fallen aus, Elektroherde können nicht mehr benutzt werden. Die Wasserversorgung fällt aus, die Toilettenspülung funktioniert nicht, Körperhygiene ist nicht mehr möglich, saubere Kleidung bald nicht mehr vorhanden. Ebenso fällt die Heizung aus, es wird kalt in den Häusern. In den Häusern wird teilweise versucht, ohne Strom zu kochen, Brände werden ausgelöst. Aufgrund der ausgefallenen Wasserversorgung ist auch die Brandbekämpfung beeinträchtigt, besonders in dicht besiedelten Gebieten besteht die Gefahr von großflächigen Bränden.

In großen Gebäuden bleiben die Fahrstühle stecken, Rolltreppen kommen zum Stillstand. Menschen müssen aus den Fahrstühlen geborgen werden, in denen sie zum Teil erhebliche Zeit ausharren müssen. Alle Industrie- und Handwerksbetriebe müssen die Arbeit einstellen. Für die Unternehmen eine katastrophale und verlustträchtige Situation, wie viele Unternehmen das nicht überstehen würden, ist ungewiss.

Lebensmittel

Die Produktion von Lebensmitteln kommt zum Erliegen. Die Bauern können ihre Tiere nicht mehr versorgen. In der Massentierhaltung sterben die ersten Tiere in den nicht mehr belüfteten und beheizten Ställen schon nach wenigen Stunden. Kühe können nicht mehr gemolken werden und müssen entweder trockengestellt oder getötet werden. Die Lebensmittelindustrie fällt sofort aus. Tiefkühlprodukte in den Warenlagern und den Supermärkten verderben. Supermärkte werden schließen, da die Kassen nicht funktionieren.

Mit hoher Wahrscheinlichkeit wird es nicht möglich sein, eine flächendeckende und bedarfsgerechte Verteilung von noch verfügbaren Lebensmitteln sicherzustellen. Aufgrund der fehlenden Kommunikationsmöglichkeiten und dem Fehlen von Informationen zur Lage sind Planung und Koordinierung der Verteilung drastisch erschwert.

Nach wenigen Tagen brechen Unruhen aus, Supermärkte werden geplündert.

Gesundheit

Arztpraxen und Apotheken können ohne Strom nicht arbeiten und werden geschlossen. Die Krankenhäuser können mit Hilfe von Notstromanlagen einen eingeschränkten Betrieb innerhalb eines Zeitraums von 24 bis maximal 72 Stunden aufrechterhalten. Dialysezentren, Alten- und Pflegeheime müssen geräumt werden.

Arzneimittel werden im Verlauf der ersten Woche zunehmend knapper, da kein Nachschub mehr kommt und auch die Produktion zum Erliegen gekommen ist. Auch Narkosemittel, Blutkonserven, Insulin, Verbandmaterial, Desinfektionsmittel sowie saubere Wäsche werden knapp. Die Vorräte für die Mahlzeiten der Patienten schwinden. Danach müssen die Ärzte Patienten auf den Intensivstationen, die nicht mehr versorgt werden können, sterben lassen oder im schlimmsten Fall Euthanasien durchführen.

Spätestens am Ende der ersten Woche würde sich eine katastrophale, mit den noch vorhandenen Mitteln nicht mehr zu bewältigende Problemlage einstellen. Die medizinische Versorgung der Bevölkerung wäre nicht mehr möglich.

Selbst wenn es gelingt, ohne Notrufmöglichkeiten Verletzte in die Krankenhäuser zu bringen, will

soll ihnen geholfen werden? Wenn den Ärzten keine Narkosemittel mehr zur Verfügung stehen, wie soll dann z.B. eine Blinddarmoperation durchgeführt werden? Wenn keine Medikamente mehr zur Verfügung stehen, wie sollen dann Krankheiten bekämpft und Wunden versorgt werden? Wie soll der Ausbruch von Krankheiten oder Seuchen verhindert werden?

Geldversorgung

Durch den Stromausfall funktionieren auch die Geldautomaten nicht mehr, ebenso wenig die elektronischen Zahlungsmöglichkeiten. Einige Banken mit Notstromversorgung haben noch geöffnet und geben Bargeld heraus. Nachdem die Bargeldreserven aufgebraucht sind, werden die Banken schließen. Großen Teilen der Bevölkerung wird schnell das Bargeld ausgehen. Die Menschen werden Angst haben, sich nicht mehr mit Nahrungsmitteln und anderen wichtigen Gütern versorgen zu können.

Es ist davon auszugehen, dass der Notstand ausgerufen wird und Ausgangssperren verhängt werden. Doch wer wird sich daran halten, wer wird es überwachen und durchsetzen?

Berge von Leichen...

Ein flächendeckender Schwarzfall würde unser Land paralisieren und eine große Anzahl an Todesopfern fordern. Kranke auf den Intensivstationen, Verletzte von Unfällen und Bränden, unbehandelte Erkrankte. Treffen würde es vor allem Babys, Kinder, Alte und Schwache. Opfer von Kriminalität und Unruhen. Unsagbares Leid in vielerlei Formen wäre die Folge.

Dazu würden noch die wirtschaftlichen Verluste kommen. Unter anderem die Verluste der Aktiengesellschaften. Die Werte der Aktien würden unter diesen Umständen in den Keller rauschen. Möglicherweise müsste der Aktienhandel für betroffene Unternehmen vom Staat ausgesetzt werden, um zu verhindern, dass diese Unternehmen aufgekauft werden.

Die volkswirtschaftlichen Kosten eines Schwarzfalls wurden auch schon berechnet. Es kommt ein Wert von 10 € pro nicht gelieferter Kilowattstunde heraus. Unter der Annahme, dass auch an jedem weiteren Ausfallstag 70 Gigawatt an Verbrauch abgerufen worden wären, ergeben sich folgende Zahlen:

- 1 Stunde Ausfall = 700 Millionen €
- 10 Stunden Ausfall = 7 Milliarden €
- 24 Stunden Ausfall = 16,8 Milliarden €
- 1 Woche Ausfall = 117,6 Milliarden €
- 2 Wochen Ausfall = 235,2 Milliarden €

Die beschriebenen Folgen stellen nur einen unvollständigen Abriss dar. Wer mehr wissen möchte, kann sich in die Drucksache und die Quellen einlesen und dort mehr erfahren. Dabei ist zu sagen, dass die Beschreibung in der Drucksache naturgemäß recht trocken ausfällt.

Wer es spannender haben möchte, kann den Roman Blackout des österreichischen Schriftstellers Marc Elsberg lesen. Elsberg hat hervorragend recherchiert und beschreibt die Folgen sehr gut und genau. Er geht von einem Hackerangriff auch die Stromversorgung aus und entwickelt daraus eine spannende und gleichzeitig außerordentlich gruselige Geschichte.

Derartige Hackerangriffe bzw. Verdachtsfälle gab es schon. Bereits im Juni 2017 hatte das Bundesamt für Sicherheit in der Informationstechnik (BSI) eine Warnung mit Handlungsempfehlungen an mehrere hundert Unternehmen aus der Energiebranche herausgegeben.

Zivilisation?

Nüchtern betrachtet benehmen sich Menschen einigermaßen zivilisiert, solange die Grundbedürfnisse gedeckt sind. Aber was ist, wenn das nicht mehr der Fall ist?

- Was ist nach 3 Tagen Hunger? Wer wird dann nicht versuchen, ein Geschäft zu plündern, um seinen Hunger zu stillen? Oder den Hunger des eigenen Kleinkindes, das seit zwei Tagen schreit?
- Wer wird versuchen, die Situation zu nutzen, um offene Rechnungen zu begleichen?
- Wer wird sich erinnern, dass ein Nachbar mal über seine angelegten Vorräte an Lebensmitteln für den Notfall gesprochen hat? Wie viele werden auf die Idee kommen, ihren Nachbarn zu besuchen und mehr oder weniger freundlich die Herausgabe der Vorräte zu fordern?
- Wer wird ein Auto mit noch gefülltem Tank stehlen, wenn der Tank des eigenen Wagens schon leer ist und seine Frau oder sein Kind mit einem gebrochenen Bein ins nächste Krankenhaus gebracht werden muss?
- Was werden die Millionen von ungebeten Invasoren machen? Mord, Totschlag, Vergewaltigung? Wer wird vor denen sicher sein? Wer wird kommen, um zu helfen? Höchstwahrscheinlich niemand!

Der Firnis unserer Zivilisation ist hauchdünn. In solchen Situationen kommen alte, überlebenssichernde Verhaltensweisen hoch. Dann zerreißt die dünne Schicht und nur das Überleben und was dazu nötig ist, zählt.

Ich möchte es nicht erleben. Doch genau da werden uns die Grünen hinbringen, wenn sie nicht gestoppt werden.

Wie kommt der Strom wieder?

Der Wiederaufbau des Stromnetzes, nach einem längeren Ausfall ist eine komplexe und schwierige Aufgabe. Zunächst können durch den Zusammenbruch des Netzes Schäden an den Anlagen der Kraftwerke und an der Infrastruktur (Umspannwerke, Leitungen etc.) ausgelöst werden. Diese Schäden sind zu reparieren, bevor das Wiederanfahren der Kraftwerke in Angriff genommen werden kann.

Für den Wiederaufbau des Netzes muss ein Kraftwerk dazu imstande sein, einen Schwarzstart durchzuführen. Schwarzstart bedeutet, dass das Kraftwerk mit eigenen Mitteln angefahren werden kann, also den Strom dafür selbst erzeugen kann. Etwa 20 % der Kraftwerke in Deutschland sind schwarzstartfähig, hauptsächlich Wasserspeicher- und Pumpspeicherkraftwerke sowie Gaskraftwerke, die dafür entsprechend ausgerüstet sind.

Alle anderen Kraftwerke benötigen große Mengen Strom von einem bereits laufenden Kraftwerk, um angefahren zu werden.

Vorgehensweise

Der erste Schritt ist also, ein schwarzstartfähiges Kraftwerk anzufahren. Bei Pumpspeicherkraftwerken muss darauf geachtet werden, dass sie ausreichend Leistung über den benötigten Zeitraum hinweg bereitstellen können. Ist das Kraftwerk angefahren, dann werden die notwendigen Leitungen zu dem Kraftwerk, dass beim Anfahren unterstützt werden soll, geschaltet.

Hier sind wieder die Netzbetreiber gefragt, diese Vorgänge zu koordinieren. Mit dem bereitgestellten Strom wird das Kraftwerk dann angefahren. Ein Vorgang, der wie oben beschrieben, bis zu einer Woche dauern kann.

Zu überwindende Schwierigkeiten

Ist das zweite Kraftwerk dann bereit, Strom ins Netz einzuspeisen, dann wird erst eine Strominsel um das Kraftwerk herum aufgebaut und versorgt. Das kann im Zweifelsfall erst nach mehreren Anläufen gelingen. Wenn das Netz im Bereich der Insel wieder mit Strom versorgt wird, schalten sich alle Geräte im Netz wieder ein, die zum Zeitpunkt des Ausfalls in Betrieb waren und danach nicht abgeschaltet wurden.

Da aber weder der Netz- noch der Kraftwerksbetreiber wissen, welche Leistung exakt in diesem Moment eingespeist werden muss, kann es sein, dass das Inselnetz gleich wieder zusammenbricht. Dann muss es eben nochmal versucht werden, solange, bis die Insel stabil betrieben werden kann.

In dieser Phase ist es nicht hilfreich, Wind- und Solarenergie ins Netz einzuspeisen, da dieser Flatterstrom eher dazu geeignet ist, den Inselbetrieb erst recht zum Zusammenbruch zu bringen.

Wenn es tatsächlich irgendwann soweit kommen sollte, dass nur noch Windräder und Solarmodule Strom liefern, könnte das Netz nach einem Ausfall nicht mal mehr in Gang gesetzt werden. Der Grund dafür ist die bereits erläuterte Tatsache, dass diese Anlagen nicht regelfähig sind und auch nicht exakt die benötigte Leistung bereitzustellen imstande sind.

Zurück zur Normalität

Auf diese Art und Weise werden zunehmend Strominseln im stabilen Betrieb aufgebaut. Wenn zwei benachbarte Strominseln stabil in Betrieb sind, wird der Netzbetreiber eine der beiden Inseln unter Beachtung der Phasenlage mit der anderen zusammenschalten und stabilisieren. Auf diese Art und Weise werden immer größere Teilbereiche des Netzes weiter synchronisiert, bis das Netz wieder landesweit stabil in Betrieb ist.

Wenn das Stromnetz wieder in Betrieb ist, dann können die Aufräumarbeiten beginnen und das Chaos beseitigt werden.

Und wie wahrscheinlich ist es, dass es zu einem flächendeckenden Schwarzfall kommt?

Knapp an der Katastrophe vorbei

Die letzte kritische und grenzwertige Situation, in der die Netzbetreiber schnell handeln mussten, um das Netz zu stabilisieren, ist erst etwa 5 Wochen her. Am Abend des 10.01.2019 sank die Netzfrequenz auf 49,2 Hertz ab. Also bis auf den Grenzwert, bis zum dem Instabilitäten ausgeglichen werden. Das Netz war an der kritischen Grenze, da bei diesem Wert der Regelbereich der Primärregelleistung zu 100 % ausgereizt war und somit weitere Maßnahmen ergriffen werden mussten.



Quelle: http://www.netzfrequenzmessung.de/aktuelles.htm#2019_01

Zu den bereits genannten Faktoren, die das Netz destabilisieren, kommt hier noch ein weiterer hinzu. Von den Kraftwerksbetreibern werden stundenweise bestimmte Leistungen eingekauft, diese schwanken von Stunde zu Stunde. Nach jeder Stunde wird dann die Leistung angepasst. Das führt ebenfalls zu Abweichungen der Netzfrequenz vom Sollwert. Das ist ein zusätzlicher Risikofaktor, der ebenfalls durch die Energiewende hinzugekommen ist.

Ergriffene Gegenmaßnahmen

Um den kompletten Zusammenbruch zu vermeiden, wurden von Netzbetreibern in Frankreich 1,5 Gigawatt Last abgeworfen, hauptsächlich Industriebetriebe. Die Region, in der das Problem seine Ursache hatte, liegt im Bereich Frankreich/Spanien. In Spanien ist ein Kraftwerk ausgefallen. Noch ist nicht sicher, ob der Ausfall des spanischen Kraftwerks oder die Instabilitäten bezüglich des Stundenhandels die Ursache waren.

Eine zweite, noch nicht geklärte Frage ist, warum dieser Ausfall nicht über die Primärregelleistung abgefangen werden konnte. Die vorhandene Primärregelleistung im Netz hätte ausreichen müssen, um das Netz ohne Lastabwurf zu stabilisieren. Zum einen könnte die Abweichung größer gewesen sein, wie die zum Zeitpunkt des Vorfalls vorgehaltene Primärregelreserve von 2,6 Gigawatt, zum anderen ist es möglich, dass Kraftwerke zugesicherte Primärregelreserven regelwidrig nicht zur Verfügung gestellt haben.

Frühere Ereignisse dieser Art

Um weitere Ereignisse zu finden, reicht es, in den Dezember 2018 zurückzugehen. Am 14.12.2018 mussten Lastabwürfe durchgeführt werden, weil die Sonne entgegen der Wettervorhersage nicht schien und deswegen die Solarmodule deutlich weniger Strom lieferten wie geplant.

Zum Vergleich schauen wir ins Münsterland. Dort ist am 28.11.2005 (glücklicherweise) regional begrenzt das Netz zusammengebrochen. Ursache waren hier starke Schneefälle mit nassem Schnee, dadurch wurden Leitungen beschädigt und sogar Strommasten gefällt. 250.000 Bewohner der betroffenen Region waren ohne Strom. Hier dauerte es bis zu einer Woche, bis wieder überall

Strom verfügbar war. Da es sich um einen eng begrenzten Bereich des Netzes handelte und ansonsten die Stromversorgung funktionierte, hielt sich der Schaden in Grenzen. Auch in den Jahren davor gab es immer wieder kritische Situationen im Netz. Wie oben angeführt, steigt die Anzahl der Eingriffe in das Netz und die damit verbundenen Kosten.

Andere machen es vor – abschreckendes Beispiel Süd-Australien

Interessant ist es auch, einen Blick nach Australien zu werfen. Dort versucht man sich noch intensiver an der Stromerzeugung möglichst ohne Kohlekraftwerke. Das Ergebnis ist katastrophal.

Schon im Februar gab es einen ersten größeren Netzzusammenbruch. Im Mai 2016 wurden dann sinnigerweise die letzten beiden Kohlekraftwerke stillgelegt. Der Anteil von Wind- und Solarenergie stieg auf fast 50%. Von diesem Zeitpunkt an kam es immer wieder zu Netzzusammenbrüchen oder Lastabwürfen, im September und Dezember 2016, im Januar und Februar 2017.

Nachdem die Wut in der Bevölkerung immer weiter anwächst und Unternehmen abgewandert sind oder mit Abwanderung drohen, hat die Regierung ein Schnellprogramm für den Bau neuer Gaskraftwerke aufgelegt und versucht sich am Bau von großen Batterien und dem Einsatz von Notstrom-Dieselmotoren. Kosten spielen auf einmal keine Rolle mehr. Diese Vorgehensweise ist ganz offensichtlich nicht zur Nachahmung geeignet.

Was soll die Panikmache? Bisher hat es doch immer funktioniert

Ja, werte Leser, ist das nun alles Panikmache? Wenn es bisher gut gegangen ist, dann kann es doch so weitergehen? Oder doch nicht?

Aus Fachkreisen gibt es schon seit einigen Jahren dringliche Warnungen. Und mittlerweile auch Aussagen, dass es nicht mehr um die Frage geht, ob dieser Schwarzfall stattfinden wird, sondern nur noch darum, wann und wie lange es noch hinausgezögert werden kann.

Andere Stimmen sagen, dass immer noch genügend konventionelle Kraftwerkskapazität vorhanden ist und die Netze deshalb stabil gehalten werden können. Diese Aussage ist zur Zeit noch korrekt. Aber das wird sich ändern. Ab 2022 sind alle Kernkraftwerke stillgelegt und somit fehlen dann etwa 12 Gigawatt konventioneller, regelbarer Kraftwerkskapazität.

Und dann kommt ja noch der neueste Wahnsinn zum Thema Stromerzeugung: der Kohleausstieg. Spätestens 2038 soll das letzte Kohlekraftwerk vom Netz gehen. Dann gibt es bis auf einige Gaskraftwerke und Pumpspeicherkraftwerke keine regelfähige Energie mehr, ganz zu schweigen von Trägheits- und Primärregelreserven.

Aber dafür gibt es dann einen neuen Exportschlager. Die stillgelegten Kohlekraftwerke werden abgebaut, nach Afrika und Asien exportiert und dort wiederaufgebaut und weiter betrieben. Natürlich mit Kohle.

Darf es noch ein bisschen mehr Wahnsinn sein?

Bis hier ist schon genug Wahnsinn zu erkennen, aber das ist leider noch nicht das Ende! Zusätzlich sollen ja auch noch alle Autos mit Verbrennungsmotor durch Elektroautos ersetzt werden. Dafür sind geschätzte 500 bis 1000 Gigawatt nötig, also mehr als das zehnfache des aktuellen Verbrauchs

im Spitzenlastbereich. Woher nehmen?

Und selbst wenn es jetzt noch geht, wenn ein System (egal ob es sich um eine Maschine, ein Stromnetz oder auch um Prozesse handelt) ständig in einem kritischen Bereich betrieben, seiner Reserven nach und nach beraubt wird und immer wieder beinahe ausfällt, dann wird eines Tages der Zusammenbruch kommen. Der Krug geht bekanntlich solange zum Brunnen, bis er bricht.

In der Industrie würde bei mehrfachem Auftreten von kritischen Zuständen sofort eine Analyse durchgeführt und Maßnahmen ergriffen werden, um das fortschreitende Auftreten von kritischen Zuständen zu unterbinden, wieder Reserven zu schaffen und das System in dauerhaft in einem sicheren Betriebszustand zurückzuführen und zu halten.

Dieser gefährliche Unfug mit dem Ausstieg aus Kernkraft- und Kohleverstromung gehört sofort gestoppt. Ebenso der weitere Ausbau der absolut unnützen Wind- und Solarenergie. Während sich glücklicherweise bei der Diesel-Hysterie langsam auch in der Bevölkerung Widerstand regt, bleibt der Widerstand in Bezug auf unsere Stromversorgung bis dato hauptsächlich auf Fachkreise beschränkt. Das sollte sich dringend ändern.

Wenn es unglücklicherweise zu einem flächendeckenden Schwarzfall kommen sollte, ist eines sicher: Die grünen Urheber der Misere werden die Verantwortung ganz sicher nicht übernehmen.

Zusammenfassung

1. Funktionsprinzipien von Kraftwerken

Konventionelle Großkraftwerke können aufgrund ihrer Dimensionen und Massen nicht einfach ein- und ausgeschaltet werden. Aufgrund der Wärmeausdehnung von Bauteilen im Kessel und den Turbosätzen muss das Anfahren behutsam ausgeführt werden. Die Anfahrzeiten liegen bei 7 bis 15 Stunden, können auch bis zu einer Woche betragen.

Ebenfalls ungünstig und schadensträchtig sind schnelle Lastwechsel. Die möglichen Laständerungswerte sind abhängig vom Kraftwerkstyp begrenzt.

2. Schwarzfall

Nach einem Zusammenbruch des Netzes trennen sich die Kraftwerke vom Netz und versuchen die Leistung für einige Stunden auf das Niveau des Eigenbedarfs zu reduzieren. Danach müssen die Blöcke abgeschaltet werden.

Ein langandauernder Schwarzfall würde die Gesellschaft zum Kollaps bringen, da in Prinzip ohne elektrischen Strom so gut wie gar nichts funktioniert. Leider gibt es gute Gründe, davon auszugehen, dass die Ausfallswahrscheinlichkeit zunehmen wird.

Die Kommunikation wird innerhalb weniger Stunden stark eingeschränkt bis unmöglich. Notrufe könnten nicht mehr abgesetzt werden.

Der Verkehr auf den Straßen bricht vor allem in Ballungsräumen zusammen in der Folge von Unfällen und Staus. Die Pumpen an den Tankstellen fallen aus. Der Individualverkehr kommt mehr und mehr zum Erliegen.

Auf der Schiene bleiben alle elektrischen Züge, Straßen- und U-Bahnen sofort stehen. Fahrgäste müssen unter teilweise schwierigen Umständen geborgen werden. Leit- und Stellwerke funktionieren nur noch sehr eingeschränkt. Transportachsen müssen mit

Dieselloks freigemacht werden.

Flughäfen verfügen über Notstromanlagen und können ihre Funktion für einige Tage aufrechterhalten. Passagiere stranden jedoch an den Flughäfen. In den Häfen kommt der gesamte Betrieb zum Stillstand.

In den Häusern fallen Licht, alle Elektrogeräte und die Wasserversorgung aus, ebenso die Heizung. Brandgefahr entsteht durch Versuche, in den Häusern ohne Strom zu kochen. Fahrstühle und Rolltreppen kommen zum Stillstand. Die Bergung der Eingeschlossenen dauert teilweise eine erhebliche Zeit. Unternehmen müssen die Arbeit einstellen.

Die Lebensmittelproduktion und -verteilung kommt zum Erliegen. Empfindliche Produkte verderben rasch. Die Supermärkte schließen, weil die Kassen nicht mehr funktionieren. Eine flächendeckende und bedarfsgerechte Verteilung ist wahrscheinlich nicht zu erreichen. Nach einigen Tagen werden Supermärkte geplündert.

Krankenhäuser haben für bis zu drei Tage Notstrom, Arztpraxen und Pflegeheime nicht. Nach spätestens einer Woche sind keine Arzneimittel, Narkosemittel, Blutkonserven, Desinfektionsmittel usw. verfügbar. Operationen können nicht mehr durchgeführt werden, Notfälle entweder gar nicht oder nur schwer behandelt werden. Patienten auf den Intensivstationen können nicht mehr versorgt werden.

Dazu kommen noch die wirtschaftlichen Verluste, die in die Milliarden gehen würden.

3. Wie kommt der Strom zurück?

Zunächst müssen aufgetretene Schäden an Kraftwerken und Infrastruktur des Netzes repariert werden. Dann werden zuerst die schwarzstartfähigen Kraftwerke angefahren. Danach mit Hilfe der bereits laufenden Kraftwerke Schritt für Schritt die anderen Kraftwerke, zunächst im Inselbetrieb. Schrittweise werden dann die Inseln zusammenschaltet, bis das gesamte Netz landesweit wieder stabil in Betrieb ist.

Einen Beinahe-Zusammenbruch gab es zuletzt im Januar 2019. Diese Fälle treten seit einigen Jahren immer wieder auf. Ein abschreckendes Beispiel ist die Situation in Süd-Australien. Dort kommt es aufgrund der Stilllegung von Kohlekraftwerken immer häufiger zu Netzzusammenbrüchen.

Es gibt deshalb aus der Fachwelt dringende Warnungen, hier umzusteuern. Mit dem Wegfall der Kernkraftwerke wird dem Netz wertvolle Kapazität entzogen und mit dem Ausstieg aus der Kohleverstromung wird die Situation vollends unhaltbar. Der Ausstieg aus Kernkraft- und Kohleverstromung gehört sofort gestoppt.

Quellen:

1. <https://www.amprion.net/Übertragungsnetz/index-2.html>
2. <https://kraftwerkforschung.info/quickinfo/grundbegriffe/>
3. <https://www.eike-klima-energie.eu/2015/10/21/die-funktionsweise-des-stromnetzes/>

4. <https://www.eike-klima-energie.eu/2018/12/18/annalena-baerbock-in-deutschland-emittiert-jeder-buerger-9-gigatonnen-co2/>
5. <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/01/13/gruene-energieweisheit-wuerde-die-stromkosten-um-ca-25-eur-kwh-erhoehen/>
6. <http://www.udo-leuschner.de/basiswissen/><https://www.nextkraftwerke.de/wissen/regelenergie>
7. <https://www.eike-klima-energie.eu/2012/02/09/windenergie-in-der-grund-mittel-und-spitzenlast/>
8. <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/01/27/netzstoerungen-der-unheilbare-erbdefekt-der-energiewende/>
9. <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/12/11/zwei-stromerzeugungssysteme-kollidieren/>
10. <https://www.eike-klima-energie.eu/2014/01/29/windstrom-ist-zur-gefahr-geworden-immer-naeher-an-den-blackout-heran/>
11. <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/12/04/die-blackout-koalition-sicherheit-der-stromversorgung-bleibt-auf-der-strecke/>
12. <https://de.wikipedia.org/wiki/Stromausfall>
13. <https://www.dzig.de/Die-technischen-Grenzen-des-Oekostroms>
14. <https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerksmanagement>
15. <https://www.leifiphysik.de/uebergreifend/fossile-energieversorgung/kohlekraftwerk>
16. <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/09/15/ohne-grosskraftwerke-kein-strom-kohlekraftwerke-ackergaule-sind-nun-mal-keine-springpferde/>
17. <https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk>
18. [https://de.wikipedia.org/wiki/Speicherkraftwerk_\(Wasser\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Speicherkraftwerk_(Wasser))
19. <http://www.stromgewinnung.com/pumpspeicherkraftwerk.shtml>
20. <https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerksmanagement>
21. https://www.energie-lexikon.info/frequenzregelung_im_stromnetz.html
22. https://de.wikipedia.org/wiki/Vorsätze_für_Maßeinheiten
23. <https://de.wikipedia.org/wiki/Energieerhaltungssatz>
24. https://www.erneuerbare-energien.de/EE/Redaktion/DE/Dossier/eckpunkte_der_eeg_novelle.html?cms_docId=75592
25. <https://www.dzig.de/Die-technischen-Grenzen-des-Oekostroms>
26. <https://de.wikipedia.org/wiki/Dampfturbine>
27. <http://www.klimaretter.info/energie/nachricht/23561-kohlestrom-verstopft-auch-exportleitungen>
28. <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/11/04/stromnetze-am-limit-das-risiko-waechst-mit-jedem-windrad-nehmen-die-probleme-zu/>
29. <https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/media/documents/Minimale>

[%20Schwungmasse.pdf](#)

30. <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/12/18/buerger-bitte-aufwachen/>
31. <https://www.zeit.de/wirtschaft/2017-06/energiewende-stromnetze-ausbau-nord-sued>
32. <https://www.eike-klima-energie.eu/2017/02/23/deutschlands-erneuerbare-revolution-destabilisiert-die-stromnetze-seiner-nachbarn/>
33. <https://www.mmnews.de/vermischtes/113445-tennet-stabilisiert-stromnetz-mit-milliardenaufwand>
34. <https://www.eike-klima-energie.eu/2017/02/23/deutschlands-erneuerbare-revolution-destabilisiert-die-stromnetze-seiner-nachbarn/>
35. <https://www.eike-klima-energie.eu/2012/01/23/was-sind-querregler-und-wozu-braucht-man-sie-europaeisches-stromverbundnetz-zum-schutz-vor-kraftwerks-ausfaellen/>
36. <https://www.eike-klima-energie.eu/2014/09/24/immer-am-rand-eines-grossen-stromausfalls/>
37. <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/01/25/energiewende-auf-franzoesisch-warum-spielt-macron-nicht-seinen-trumpf-aus/>
38. <https://www.eike-klima-energie.eu/2017/07/16/zwoelf-minuten-bleiben-bis-zum-stromausfall/>
39. <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/01/19/energiewende-auf-zum-endsieg-ueber-die-kohle/>
40. <https://www.eike-klima-energie.eu/2018/01/22/am-11-januar-2018-brach-das-eeg-system-deutschlands-das-erste-mal-in-der-geschichte-vollstaendig-in-sich-zusammen/>
41. <https://www.eike-klima-energie.eu/2018/01/14/am-neujahrmorgen-hat-sich-deutschland-zum-ersten-mal-in-der-geschichte-komplett-mit-oekostrom-versorgt/>
42. <https://ef-magazin.de/2019/02/01/14369-klimaschutz-und-energiewendepolitik-in-deutschland-ein-schleichender-staatsstreich>
43. <https://www.eike-klima-energie.eu/2016/08/24/energiewende-und-blackout-the-day-after/>
44. <https://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/056/1705672.pdf>
45. <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/regelenergie/schwarzstart>
46. https://www.iee.uni-rostock.de/fileadmin/uni-rostock/Alle_IEF/IEE/Publikationen_EEV/Netzwiederaufbau_nach_Grossstoerungen.pdf
47. <https://www.eike-klima-energie.eu/2018/07/05/robuste-kraftwerke-fuer-robuste-netze/>
48. http://www.netzfrequenzmessung.de/aktuelles.htm#2019_01
49. <https://www.eike-klima-energie.eu/2017/05/01/australien-ist-mit-der-energiewende-schon-weiter-stromausfaelle-ueber-stromausfaelle/>
50. <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/01/31/die-kohlekommission-wird-fuer-den-ausstieg-aus-der-kohle-gefeiert-doch-der-lebensnotwendige-braunkohlestrom-kommt-zukuenftig-aus-polen-und-die-stillgelegten-kraftwerke-sollen-abgebaut-und-in-afrika/>
51. <https://www.mmnews.de/politik/113227-d-braucht-1500-gw-batteriekapazitaet-und-woher-soll-der-strom-kommen>

52. <https://www.eike-klima-energie.eu/2014/01/16/schneller-reaktor-bn-800-wird-erstmal-angefahren/>
53. <https://www.eike-klima-energie.eu/2015/07/25/atommuell-verwertender-brutreaktor-bn-800-ging-in-betrieb/>
54. <https://www.eike-klima-energie.eu/2013/02/25/sind-ressourcen-endlich-eine-zeitreise-in-die-welt-der-rohstoffe/>
55. <https://www.eike-klima-energie.eu/2019/02/13/die-groesste-batterie-der-welt-im-einsatz-und-nur-ein-tropfen-an-energie/>