

Energie versus Leistung – ein weiterer Trugschluß

Die typische Argumentation von Windkraft-Befürwortern und der Presse führt an, welche Energie eine WEA, oder ein Windpark oder alle WEA zusammen, über einen bestimmten Zeitraum generiert haben. Dies ist im Kontext mit der Versorgungssicherheit kein relevantes Kriterium, sondern ein weiterer Trugschluß.

Die Energie (E) ist das Produkt aus Leistung (P) und Zeit (t) - es gilt: **$E = P \cdot t$ (Formel-4)**

Die Maßeinheit der Energie ist die Wattsekunde (Ws), daraus abgeleitete Maßeinheiten sind Kilowattstunde (kWh), Megawattstunde (MWh) usw. entsprechend den Zehnerpotenzen.

Aus der o.g. Formel-4 folgt, dass die erzeugte Energie (E) gering ist, wenn die reale Leistung (P) der WEA entsprechend der Windgeschwindigkeit gering ist. Und dass die Energie (E) gleich Null ist, wenn die Leistung (P) gleich Null ist, wenn die Rotoren der WEA stillstehen.

Durch die Argumentation in Energie-Einheiten wird der Eindruck erweckt, man müsse nur eine hinreichende Anzahl WEA aufstellen, um eine sichere Stromversorgung zu realisieren. Dies ist ein völliger Trugschluss, denn dazu müsste die von einer (oder mehreren) WEA erzeugte Energie gespeichert werden, um bei Bedarf zur Verfügung zu stehen. Dies ist angesichts der schieren Dimension völlig unrealistisch. Im Jahr 2021 erzeugten 31.109 WEA in Deutschland in Summe 131,7 TWh, also 360,8 GWh pro Tag. ⁽⁹⁾ Das Pumpspeicherwerk Goldisthal (das größte PSW in Deutschland) hat eine max. Leistung von 1.060 MW, das Wasser (13 Mio. Kubikmeter) reicht bei einer Fallhöhe von 302 m für 9 Stunden. ⁽¹⁰⁾ Die gespeicherte Energie beträgt also 9.540 MWh bzw. 9,54 GWh (= 1060 MW * 9 h). Um die derzeit durch WEA an nur einem Tag (im Durchschnitt) erzeugte Energie zu speichern, bedürfte es etwa 38 PSW Goldisthal. In dieser Rechnung sind die Wirkungsgradverluste beim Pumpen nicht berücksichtigt. Ebenfalls nicht berücksichtigt ist die Stromerzeugung durch Solaranlagen, die nachts stets Null ist. Weiterhin nicht berücksichtigt ist der Umstand, dass Dunkelflauten (ohne Wind und Sonne) mehrere Wochen dauern können. Schätzt man die Tageserzeugung von 360,8 GWh Windenergie in Bezug auf Batteriespeicher ab, so entspräche dies 3,6 Mio. E-Autos mit großem 100-kWh-Akku. Dabei ist der Speicherbedarf für Solarstrom noch nicht berücksichtigt. Aber Wind- und Solarenergie sollen noch um Größenordnungen ausgebaut werden. Zur groben Abschätzung kann man dazu die o.g. Zahlen hochrechnen.

Ausweg „grüner Wasserstoff“ – oder ein Irrweg?

Nach jahrelangen Diskussionen über alle möglichen Arten von Speichern und Forderungen in die Forschung zu investieren, ist man nun beim Hoffnungsträger „grüner Wasserstoff“ angekommen. Und wieder wird mit dem Adjektiv „grün“ ein Euphemismus betrieben, der die enormen Umweltschäden und Beeinträchtigung der Landbevölkerung ein „grünes Mäntelchen“ umhängt. Jeder, dem der Begriff „Wirkungsgrad“ kein Fremdwort ist, wird erkennen, dass die Erzeugung von Wasserstoff (H₂) durch Elektrolyse mittels Windstrom, und seine Speicherung und Rückverstromung einen Systemwirkungsgrad bedingt, der dadurch bestimmt ist, dass sich die Wirkungsgrade aller Teilschritte multiplizieren. Der Systemwirkungsgrad ist folglich stets kleiner, als der kleinste Wirkungsgrad dieser Kette, welcher durch die Rückverstromung des Wasserstoffes (H₂) bestimmt wird. Das Reziproke des Systemwirkungsgrades hebt den Preis für den so gespeicherten Strom um diesen Faktor

nach oben. Bei einem Gesamtwirkungsgrad von etwa 0,2 wird die „grünen Stromspeicherung“ also den 5-fachen Preis des ursprünglich eingesetzten Windstromes bewirken. Man sollte auch wissen, dass China den weltweit ersten Hochtemperatur-Kern-Reaktor am Netz hat, der auch Wasserstoff durch Dissoziation von Wasser in der über 900 C heißen Zone direkt (ohne Umweg über Strom, mit hohem Wirkungsgrad) zu Cent-Beträgen erzeugen kann. ⁽¹¹⁾ Wobei in Deutschland, mit sehr viel Fördergeld (besser Steuergeld) gerade das „grüne Perpetuum Mobile“ neu erfunden wird, dass im Chemie-Unterricht seit Jahrzehnten als Knallgas-Experiment (mit H₂- und O₂-Erzeugung durch Elektrolyse) bekannt ist. Doch wäre die „Wasserstofftechnologie“ ein separates Thema.

Für alle Belang der Elektrotechnik, einschließlich der öffentlichen Stromversorgung gilt, dass die generierte Leistung zu jedem Zeitpunkt der entnommenen Leistung (Last) entsprechen muss, ansonsten bricht das System zusammen. Bei einer Wechselspannung gleicht die Änderung der Netzfrequenz (50 +/- 0,2 Hz) Ungleichgewichte zwischen Stromerzeugung und Verbrauch (Last) in geringem Maße aus. Die Netz-Frequenz ist jedoch angesichts einer asynchronen Einspeisung der Sinusspannung aus verschiedenen Quellen (Kraftwerke, Übertragungsleitungen) ein äußerst sensibler Parameter. Deshalb muß zur Vermeidung von Spannungsspitzen zu jedem Zeitpunkt positive und negative Regelleistung zur Verfügung stehen, damit sich Einspeisung und Verbrauch die Waage halten. Daher ist nicht die Energie, die irgendwann generiert wurde, sondern allein die Leistung relevant, die in jedem Moment der Last (Stromverbrauch) entsprechen muss. Ist dies nicht der Fall, und kann keine Regelleistung bereitgestellt werden, hilft nur noch Lastabwurf, sprich die Abschaltung von Stromverbrauchern. Dies ist längst Realität durch zeitweise Abschaltung von Aluminium-Hütten und anderen Großverbrauchern ⁽¹²⁾. Auf unseren Stromrechnungen findet sich dafür der Posten „Umlage für abschaltbare Lasten“. Das vermeintliche „Windkraft-Paradies“ Kalifornien ist für seine rollierenden Blackouts bekannt, wobei einzelne Regionen zeitweise vom Netz genommen werden, um einen unerwarteten Blackout zu vermeiden. ⁽¹³⁾ Unsere Stromerzeugung läuft nicht nur auf eine Blackout-Gefahr, sondern auch auf eine StromMangelwirtschaft zu Höchstpreisen hinaus.

Eine Landschaft voller Windräder – „End of Landschaft“

Man müsste bei einer Leistungsdichte der Windkraft von 0,5 MW/km² ganze 75.000 km² Landschaft mit Windrädern zustellen, nur um die Hälfte (37.500 MW) des mittleren Leistungsbedarfes (Last) von Deutschland von ca. 75.000 MW zu generieren. ⁽⁵⁾ Dazu müsste man ganz Bayern (Fläche 70.500 km²) in einen einzigen Windpark verwandeln, inkl. Städten, Seen und Alpen. Doch bliebe dann immer noch das ungelöste Problem der Stromspeicherung. Auch kann man das Strom-Netz nicht als Speicher benutzen, auch wenn dies für eine bekannte Politikerin eine sehr attraktive Wunschvorstellung sein mag. Welche jedoch treffend das technische Niveau offenbart, auf dem sich manche politische Entscheidungsträger bewegen.

Für Thüringen mit einer Fläche von ca. 16.000 km² ließe sich zur Größenordnung folgende Rechnung aufmachen. Thüringen hat eine Netzlast von etwa 1.660 MW für den Strombedarf. Dies ist etwas weniger als die Leistung des Kohle-Kraftwerkes Lippendorf (1.840 MW) südlich von Leipzig. Angenommen, es solle etwa die Hälfte der Netzlast, sagen wir 800 MW, durch Windkraft aufgebracht werden, so würde dies bei einer Leistungsdichte von 0,5 MW/Km²

einen Flächenbedarf von 1.600 km² bedeuten. ⁽⁵⁾ Dies wären 10% der Landesfläche, allein für die Hälfte des Strombedarfs von Thüringen. Damit wird das propagierte Ausbauziel von 1% der Landesfläche konterkariert. Wie dieser Wert zustande kommt, ist dem Autor unbekannt. Wobei Strom nur etwa 20% der Primärenergie (Strom, Verkehr, Heizwärme, Industriewärme) ausmacht. Bei einer 100%-Energiewende mit 50% Windkraftanteil wären folglich 50% der Landesfläche, also 8.000 km² von Thüringen notwendig. Die Abschätzung der Größenordnungen für Deutschland mit einer Gesamtfläche von 357.582 km² von Deutschland lässt sich anhand der o.g. Beispiele leicht vornehmen. Bei all diesen Betrachtungen bleibt das Problem der Stromspeicher ungelöst. Und die Angabe der max. Leistungsdichte von 0,5 W/m² stammt nicht vom Autor, sondern von anderen Autoren eines Max-Planck-Instituts in Jena, die diesen Wert durch Studien an Windparks in den USA empirisch ermittelt haben. ⁽⁵⁾

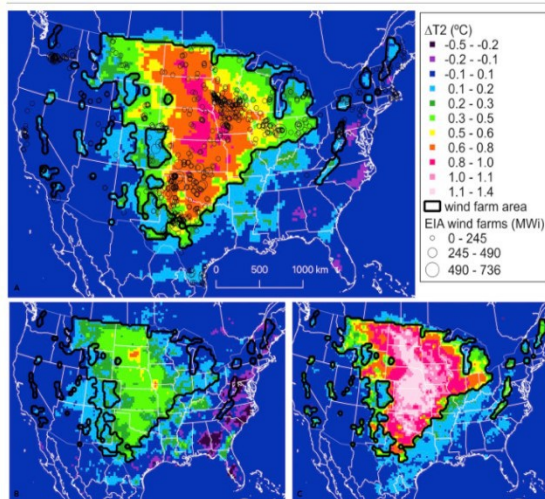
Die antagonistischen Widersprüche der Windkraft:

- a) Die sehr geringe Leistungsdichte bedingt einen extrem hohen Landschaftsverbrauch.
- b) Die gesicherte Leistung ist nahe Null, so dass Windkraft ohne Speicher oder Backup-Kraftwerke keinerlei Beitrag zur Versorgungssicherheit leisten kann.
- c) Jegliche volatile Stromeinspeisung kann ohne Backup-Kraftwerke oder Speicher nicht funktionieren.
- d) Speicher sind in der erforderlichen Größenordnung weder vorhanden noch realisierbar.
- e) Batteriespeicher können bestenfalls kurzfristige Regelleistung bereitstellen.
- f) „Grüner Wasserstoff“ aus Windkraft ist wegen der Wirkungsgrad-Verluste in der Systemkette eine Illusion. Diese Technologie ist zu Höchstpreisen nicht wettbewerbsfähig, sondern nur durch Subvention und Dirigismus am Leben zu erhalten. Ein Blick nach China zum Hochtemperatur-Kern-Reaktor, mag manche Illusion verfliegen lassen. ⁽¹¹⁾
- g) Zur Erinnerung, Russland hat mit dem BN-800 einen Kern-Reaktor, der mit „Atommüll“ betrieben werden kann. Eine Endlagersuche in Deutschland fehlt damit die technische Begründung. ⁽¹⁴⁾
- h) Der Ausbau von Windkraft führt zu einer immer geringen Steigerung der mittleren Leistung und damit zu einer Kanibalisierung der Windkraft.
- i) Windkraft bedingt eine exorbitante Zerstörung der Natur und die großräumige Umwandlung der Landschaft in ein einziges Elektrizitätswerk.

Beeinflussung des Mikro-Klimas durch Windräder

Windräder beeinflussen das Mikroklima auf verschiedene Art und Weise. Der Entzug von kinetischer Energie aus der strömenden Luft durch Windräder bewirkt eine Störung der natürlichen Schichtung der Luftströmungen. Zunächst sei die Ausgangssituation betrachtet. Sowohl die Windgeschwindigkeit, als auch die Temperatur weisen eine natürliche Schichtung in der Höhe auf. Die Windgeschwindigkeit nimmt mit der Höhe zu, dies ist der vertikale Gradient der Windgeschwindigkeit. Dabei treiben schnellere Luftschichten in größeren Höhen langsamere Luftschichten in geringeren Höhen durch Reibung an. Die Erhöhung der Bodentemperatur verursacht durch Windparks in den USA zeigt Grafik-4. ⁽¹⁵⁾

Grafik-4: Quelle: Climatic Impacts of Wind Power (15) - Temperatur-Erhöhung verursacht durch Windparks.



Oben: Gesamteffekt, Temperaturen lt. Farbskala, Windparks lt. Symbolen (Kreise), Bild links unten: tagsüber, Bild rechts unten: nachts, Bei der Entnahme kinetischer Energie des Windes in Bodennähe bis in einige Hundert Meter Höhe durch Windräder werden die unteren Luftschichten abgebremst und der natürliche vertikale Gradient der Windgeschwindigkeit gestört. Dadurch wird die Reibung laminar strömender Luftschichten untereinander gestört und Turbulenzen erzeugt. Dies führt zur vertikalen Durchmischung horizontaler Luftschichten verschiedener Geschwindigkeiten. Dadurch gibt es massive Verwirbelungen, Foto-1. ⁽⁶⁾ Dies führt zu einer Vermischung von warmer und kühler Luft sowie von

Luftfeuchte. Die natürlichen Schichtungen von Windgeschwindigkeit, Temperatur und Luftfeuchte werden durch Windräder gestört.

Je größer die Windräder sind, um so raumgreifender ist die Störung bis in hunderte Meter Höhe. Tagsüber und bei Sonnenschein gibt es eine natürliche Durchmischung der Luftschichten durch aufsteigende erwärmte Luft (Thermik), doch nachts herrschen andere Verhältnisse. Dann gibt es, infolge Kühlung der Luft durch Infrarot-Abstrahlung in den Weltraum, eine stabile Schichtung von kühler Luft in ca. 100 – 300 m Höhe. Windräder, insbesondere mit Gesamthöhen von 250 m verwirbeln diese stabilen kühlen Luftschichten bis in Höhen weit über 500 m und bringen damit wärmere Luft in Bodennähe. Die beeinflusst die Temperatur am Boden direkt und über die dann fehlende Verdunstungskühlung von Wasser. Denn die Verdunstung von Wasser am Boden und in Bodennähe führt zu einer natürlichen Kühlung, welche auf der Phasen-Umwandlungswärme von Wasser beim Übergang von flüssig zu gasförmig beruht. Die Folge ist eine empirisch nachgewiesene Erwärmung und Austrocknung der Landschaft durch Windparks.

Die Diskussionen von Politik und Medien konzentrieren sich dann gewöhnlich auf das Thema „Borkenkäfer“. Woraus die typische Forderung entsteht, „wir brauchen noch mehr Windräder“ zum „Klimaschutz“. Wobei die unmittelbare Beeinflussung des Mikroklimas durch Windparks aus der Diskussion ausgeblendet wird. Stattdessen beabsichtigt man, das Weltklima durch Windräder zu „retten“. Aber auch dies wäre ein separates Thema.

Was würden 20 Hiroshima-Bomben täglich über Deutschland bewirken?

Es mag schwer vorstellbar sein, dass Windräder weiträumig das Klima verändern können. Deshalb sei hier ein Vergleich zur Entnahme von Energie aus der strömenden Luft gezogen. In der Geologie werden große Ereignisse, wie Erbeben, zur Veranschaulichung mit der Explosions-Energie der Hiroshima-Bombe verglichen. Diese ist mit „60.000.000.000.000 Joules“ angegeben, oder in Zehnerpotenzen $6 \cdot 10^{13}$ Joule bzw. Ws. ⁽¹⁶⁾ Die durch Windkraft im Jahr 2021 in Deutschland generierte Energie betrug 131,7 TWh. ⁽⁹⁾ Umgerechnet sind dies $4.7 \cdot 10^{17}$ Ws. Damit entspricht die durch Windkraft der Atmosphäre entzogene Energie etwa 7.000 Hiroshima-Bomben. Die Beeinflussung der Atmosphäre wäre damit vergleichbar mit der Explosion von täglich 20 Hiroshima-Bomben über Deutschland, nicht als Eintrag, sondern als Entzug von Energie. Abgesehen von all den bekannten Umwelteinflüssen, lässt diese

gewaltige Beeinflussung den Euphemismus von der „sauberen Energie für gutes Klima“ in einem etwas anderen Licht erscheinen. Um die Beeinflussung des Klimas zu quantifizieren, vor allem hinsichtlich Regen durch Verminderung des Luftdruckes, wären weitere Berechnungen zu diesem Thema erforderlich.

Zusammenfassung

- Die Nennleistung (lt. Typenschild) einer WEA wird nur bei Nenn-Windgeschwindigkeit (typisch ab Windstärke 6) erreicht. Darunter sinkt die reale Leistung drastisch, da die dargebotene Windleistung mit der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit abnimmt. ^(1,2)
- Bezüglich der Nennleistung besteht der weit verbreitete Irrglaube, dies sei „die Leistung“ welche eine WEA stets liefert. Selbst Berechnungen staatlicher Stellen rechnen in „Nennleistung“, was die daraus resultierenden Schlussfolgerungen irrelevant macht. ⁽⁷⁾
- Oberhalb der Nenn-Windgeschwindigkeit ist eine Leistungs-Steigerung aus Gründen der Anlagen-Sicherheit nicht möglich. ^(1,2)
- Die Nenn-Windgeschwindigkeit beträgt bei Schwachwind-Anlagen für das Binnenland ca. 10 – 11 m/s und bei Offshore-Anlagen ca. 12 m/s. ⁽¹⁾
- Die Nenn-Windgeschwindigkeit ist ein vom Hersteller für den Einsatzzweck vorgegebener Parameter, dessen Optimierung-Potential innerhalb der Baureihen ausgeschöpft ist. ^(1,2)
- Der maximal von einer WEA erreichbare Wirkungsgrad ist nicht der „physikalischtheoretische Wirkungsgrad“ von 0,59 sondern der für „Dreiflügler“ geltende maximale Wirkungsgrad von 0,48. Heutige WEA, haben dieses Potential technisch ausgeschöpft. ⁽²⁾
- Berechnungen zum Ausbau der Windkraft, welche in Energie-Einheiten (kWh, MWh) erfolgen sind unphysikalisch, da bei volatilen Stromerzeugern allein in Leistungseinheiten (W, MW) gerechnet werden kann.
- Windräder verringern selbst noch in größeren Höhen die Windgeschwindigkeit und führen großräumiger zu turbulenten Strömungen, so daß sich Windparks zunehmend gegenseitig ausbremsen. Die max. Leistungsdichte für große Windparks ist auf 0,5 W/m² in Bezug auf den Landschaftsverbrauch limitiert. ⁽⁵⁾
- Im Lee von Windparks wird das Mikroklima beeinflusst, die Landschaft wird erwärmt und ausgetrocknet. ⁽¹⁵⁾
- Die Entnahme von Windenergie in der Größenordnung von 20 Hiroshima-Bomben täglich aus der Atmosphäre über Deutschland ist ein Thema, dem sich nach Wissen des Autors, noch kein Institut gewidmet hat. Wäre die damit verbundene Wetter-Beeinflussung denn nicht ein herausragendes Forschungs-Thema? ⁽¹⁶⁾

Gesellschaftlich relevantes Fazit:

Der Ausbau der Windkraft erfordert immer größere Windparks, die sich deshalb immer mehr gegenseitig den Wind wegnehmen und somit den weiteren Ausbau immer ineffizienter machen. Doch solange Institute und die Wirtschaft nur dann mit sattem Steuergeld gefördert werden, wenn sie Studien pro-Windkraft liefern, wird sich daran nichts ändern. Erst wenn auch Institute Fördergelder erhalten, welche die Limits der Windkraft und die physikalische Unmöglichkeit einer „Energiewende“ belegen, wird diese pro-WindkraftSteuergeld-Spirale

ihr Ende finden. Oder wer kennt ein zur Windkraft „alternativ“ forschendes Institut im Deutschland der propagierten „Alternativlosigkeit“?

Und wer eigentlich, macht uns die „Energiewende“ nach? Etwa China, dass ständig neue Kohle-Kraftwerke in Betrieb nimmt? Übrigens auch vom aller modernsten Typ der „Ultra Clean Coal UCC-Technology“, welche die Turbine mit superkritischem CO₂ anstelle von Dampf antreiben können, der noch ein MHD- Generator vorgeschaltet werden kann. ⁽¹⁷⁾

Das Max-Planck-Instituts in Jena, das die extrem geringe Leistungsdichte von 0,5 W/m² Landschaftsfläche (mittlere Leistung) in einer Studie für große Windparks (und flächendeckenden Ausbau?) belegt hat, mag dabei zu einer Art „Betriebsunfall“ der Energiewende beigetragen? Denn wenn strikte Befürworter der Windkraft, Messungen in Windparks durchführen, muss auch mit Überraschungen gerechnet werden. Dies hört sich in der Presse so an: „Jenaer Max-Planck-Forscher stoßen in Studien zu Windenergie auf Probleme“. ⁽¹⁸⁾ Probleme mit der Windkraft - wer hätte das gedacht? Die Brisanz der geringen Leistungsdichte von 0,5 W/m² in Bezug auf den Landschaftsverbrauch durch Windkraft und die Beeinflussung des Klimas sind aber von der Presse möglicherweise noch nicht vollständig erkannt worden? ^(5, 15) Und so ist dies wohl noch nicht zur Thüringer Landesregierung und in das grüne Energie-Ministerium vorgedrungen? Denn dieses rechnet immer noch mit einer Leistungsdichte von 30 MW/km² und mit der Nenn-Leistung von Windrädern und extrapoliert von einem Windrad sodann auf fast tausend Windräder. ⁽⁷⁾

„Die Definition von Wahnsinn ist, immer wieder das Gleiche zu tun und andere Ergebnisse zu erwarten. (Albert Einstein)

Quellen:

(1) Technische Daten Siemens SWT-3.15-142

<https://www.wind-turbine-models.com/turbines/1469-siemens-swt-3.15-142>

(2) Physik der Windturbine <https://home.uni-leipzig.de/energy/energie-grundlagen/15.html>

(3) Beschreibung des Windes:

Die Weibull-Verteilung <https://wind-data.ch/tools/weibull.php> **(4)**

Turbinen schwächen die Windenergie

<https://www.mpg.de/9379767/wind-energie-wind-strom>

(5) NEUE STUDIE AUS JENA: DAS POTENZIAL UND DIE GRENZEN DER WINDKRAFT <https://www.mdr.de/wissen/energiewende-potenzial-und-grenzen-der-windkraft-100.html>

(6) Einfluss von Windrädern auf das Klima (s. Foto) <https://ruhrkultour.de/beeinflussen-windraeder-das-klima/>

(7) Aktueller Stand von Windkraftanlagen, Repowering und Windvorranggebieten in Thüringen

https://parldok.thueringer-landtag.de/ParlDok/dokument/84610/aktueller_stand_von_windkraftanlagen_repowering_und_windvorranggebieten_in_thueringen.pdf

zu: parlamentarische Anfrage: AKTUELLER STAND VON WINDKRAFTANLAGEN, REPOWERING UND WINDVORRANGGEBIETEN IN THÜRINGEN

<https://parldok.thueringer-landtag.de/ParlDok/vorgang/44627>

(8) Zusammenhang zwischen Residuallast und Börsenpreis beim Zubau volatiler erneuerbarer Energiequellen (9) WINDENERGIE IN DEUTSCHLAND

https://tu-dresden.de/mn/physik/itp/das-institut/beschaefigte/kobe/ressourcen/dateien/et_1878_60_Kobe_Schuster_BCDRneu_76-77.pdf?lang=de

<https://strom-report.de/windenergie/>

(10) Fakten zum Pumpspeicherkraftwerk Goldisthal

<https://powerplants.vattenfall.com/de/goldisthal/>

(11) China Starts Up First Fourth-Generation

<https://www.powermag.com/china-starts-up-first-fourth-generation-nuclear-reactor/>

(12) Der Tag an dem der Strom knapp wurde

<https://zeitung.faz.net/faz/wirtschaft/2019-01-12/0ef138ca4a91f74600c9c37e8a8d9a2d/?GEPc=s9>

(13) California Faces Rolling Blackouts As Heat Wave Begins

<https://www.dailywire.com/news/california-faces-rolling-blackouts-as-heat-wave-begins>

(14) Strom aus Atommüll: Schneller Reaktor BN-800 im kommerziellen Leistungsbetrieb

<https://nuklearia.de/2016/12/09/strom-aus-atommuell-schneller-reaktor-bn-800-im-kommerziellen-leistungsbetrieb/>

(15) Climatic Impacts of Wind Power

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S254243511830446X>

(16) 1 Hiroshima Bomb Explosion (hbe) to all energy units

<https://www.justintools.com/unit-conversion/energy.php?k1=hiroshima-bomb-explosion>

(17) General Electric

<https://www.ge.com/power/steam/steam-power-plants/advanced-ultra-supercritical-usc-ausc>

(18) Jenaer Max-Planck-Forscher stoßen in Studien zu Windenergie auf Probleme

<https://www.thueringer-allgemeine.de/leben/wissenschaft/jenaer-max-planck-forscher-stossen-in-studien-zu-windenergie-auf-probleme-id225152263.html>