

Vision und Realität „Erneuerbarer Energien“

Die nachstehende Analyse ist eine Plausibilitätsbetrachtung eines Ingenieurs basierend auf technischem Grundwissen und öffentlich zugänglichen Quellen.

Sachlich gesehen gibt es gem. der Naturwissenschaften, des 1. Hauptsatzes der Thermodynamik natürlich keine „Erneuerbaren Energien“. Allein die Wahl des Begriffes sollte dem aufmerksamen Betrachter eine Warnung sein. Man kann vermuten, dass der Begriff bewusst gewählt wurde um zu zeigen, dass man sich abseits der Limitationen von Naturwissenschaft, Technik und Ökonomie bewegt.

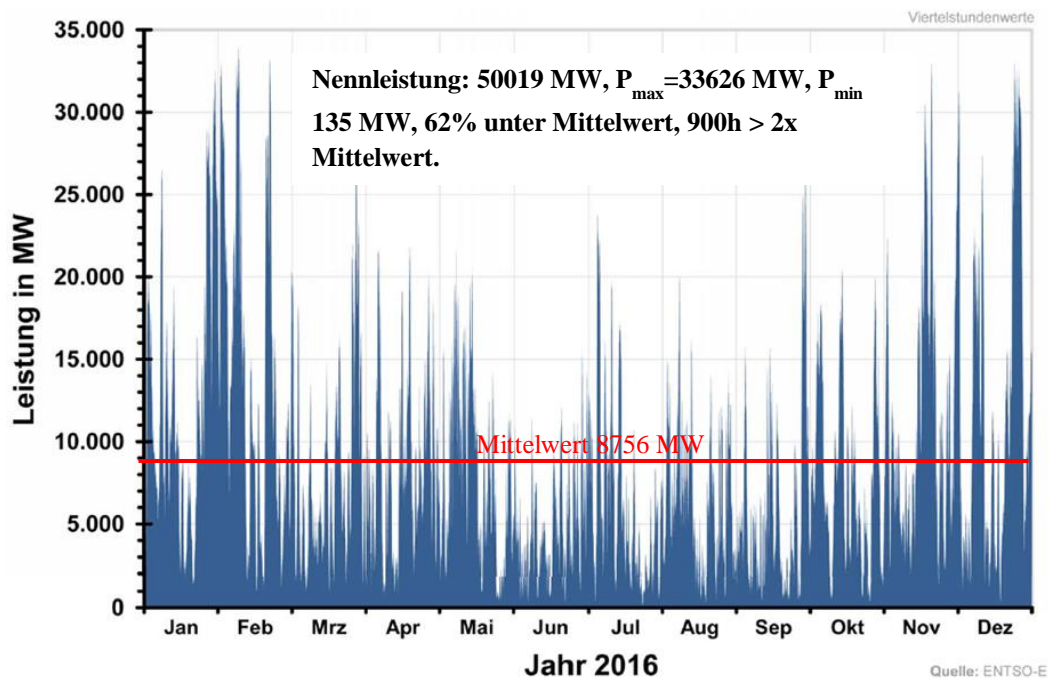
Unter „Erneuerbaren Energien“ verstehen die Ökologen, Wind, Sonne, Bioenergie, Wasserkraft und Geothermie. Wasserkraft ist meist wirtschaftlich, der erzeugte Strom nutzbar, umweltfreundlich und passt deshalb nicht in die Kategorie der „Erneuerbaren Energien“. Kern der „Erneuerbaren Energien“ sind die Nutzung von Wind und Sonne zur Stromerzeugung.

Energie ist die Basis des heutigen Industriezeitalters und unserer Existenz. Reale, moderne Energiesysteme wie Kohle, Gas, Öl und Kernenergie bergen neben Vorteilen reale Herausforderungen wie die Landschaftsumgestaltungen des Braunkohletagebaus, den Schadstoffausstoß der Kohleverbrennung der nur mit hohem Aufwand vermindert werden kann, Landschaftsabsenkungen bei der Gasförderung (z.B. Groningen NL), die hohen Kapitalkosten und langen Investitionszyklen von Kernkraftwerken .

Seitens der Ökoreligion werden fiktive Probleme wie „Endliche Rohstoffe“, Waldsterben, „Klimawandel“, „ungelöste Endlagerfrage (Atommüll)“ geschaffen die die Menschen als Weltuntergangskatastrophen verängstigen sollen und als Begründung genutzt werden sich von modernen Energiequellen abzuwenden. Die Erlösung wird in Form der „Erneuerbaren Energien“ versprochen. Diese sind die Lösung, bescheren keine Sicherheits- und Umweltprobleme und kosten den Verbraucher in Deutschland nicht mehr als eine Eiskugel (Trittin)(3). Reale Herausforderungen werden soweit möglich verschwiegen. Wenn man die „Qualitätsmedien“ verfolgt wundert man sich dass die Industrialisierung durch eine Aufgabe von Wind und Bioenergie hin zur Nutzung von Kohle und Erdöl erfolgte.

Windenergie in Deutschland

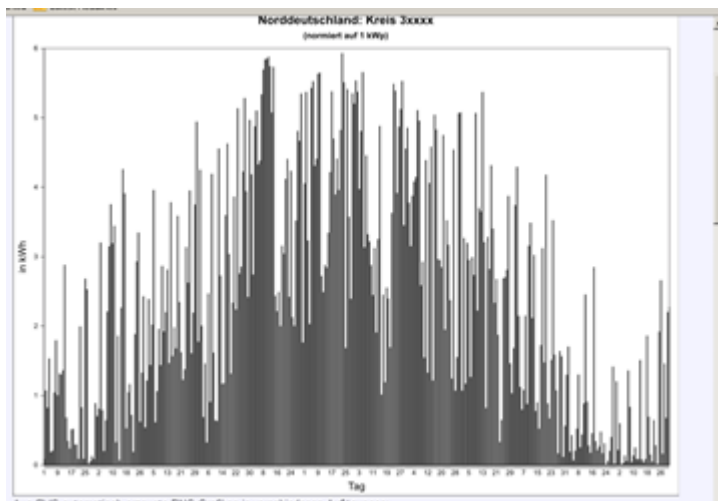
Windenergiestrom wird nicht entsprechend des Bedarfs, sondern gemäß den Launen des Wetters in das Netz gespeist. Die Leistung liegt in 62% der Zeit unter dem Durchschnitt, teils nahe 0. Ein erheblicher Teil der Stromerzeugung erfolgt in wenigen Hundert Betriebsstunden/Jahr. Die Leistungszunahme/Abnahme ist sehr hoch.



VGB Windstudie 2017 (4)

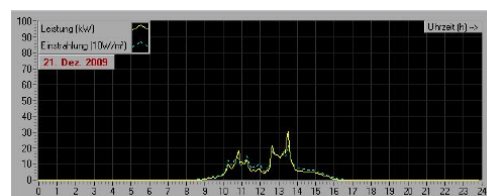
Solarenergie in Deutschland

Solarstrom wird entsprechend der Launen des Wetters, der Tageszeit und der Jahreszeit ins Netz gespeist.



Wikipedia (5)

Jahresgang Solareinspeisung Norddeutschland 2008



Tagesverlauf Sonneneinstrahlung
Norddeutschland Sommer bzw. Winter

Wert „Erneuerbarer Energien“ im deutschen Stromnetz

Kaufmännische Betrachtung

Gem. der Übertragungsnetzbetreiber wurden 2016 188 TWh Strom (2) Strom aus „Erneuerbaren Energien“ mit 24,9 (1) Mrd. € vergütet. Die Einnahmen aus der Vermarktung des Stroms betragen 1,2 Mrd. € (1).

Das bedeutet, dass 95% der Ausgaben für Ökostrom verlorene Subventionen sind.

Der Vermarktungswert von 1 kWh Ökostroms beträgt damit durchschnittlich 0,6 c/kWh.

Wenn man annimmt, dass der planbare Strom aus Wasserkraft 10.9 TWh und Biomasse 28 TWh den überwiegenden Teil der Erlöse erzielt hat, **liegt der Erlös des Wind- und Solarstroms leicht über 0.**

Kaufmännisch ergeben sich an der EEX Strombörse bei starker Wind- Solarstromeinspeisung und geringem Verbrauch häufig Negativpreise die mögliche positive Erträge kompensieren.

Wenn man die Kosten für Regelenergie, Netzausbau auf allen Ebenen und Kraftwerke in heißer, warmer und kalter Bereitschaft berücksichtigt, ist der Wert von Solar- und Windstrom deutlich negativ.

Kaufmännisch wäre es am sinnvollsten die umweltschädlichen Windmühlen und Solaranlagen vom Netz zu trennen und zur (öko)religiösen Erbauung der Gläubigen blinken, bzw. sich drehen zu lassen.

Technische Betrachtung

Da die Stromeinspeisung aus Wind und Sonne entsprechend dem Wetter bis nahe 0 schwankt muss der gesamte Strombedarf durch Kapazitäten moderner Großkraftwerke gedeckt sein. Der Wert liegt max. beim Wert der vermiedenen Brennstoffkosten.

Im Stromnetz müssen Stromeinspeisung und Stromverbrauch in jedem Augenblick gleich sein, andernfalls bricht das Netz zusammen. Zur Stabilisierung im Sekundenbereich nutzt man die Rotationsenergie der Turbogeneratoren der modernen Großkraftwerke, zur Stabilisierung im Minutenbereich die Kesselreserven der modernen Großkraftwerke. Das hat zur Konsequenz, dass zur Stabilisierung mindestens 45% der Stromerzeugung durch moderne Großkraftwerke, Kernkraft, Kohle, oder Erdgas geleistet werden muss. Der überschüssige Ökostrom wird dann in Zeiten starken Windes zu Negativpreisen exportiert, oder die Anlagen abgeschaltet. Alternativ könnte man eine Stromspeicherung mittels Batterien zur Stabilisierung im Sekunden und Minutenbereich etablieren. Die Kosten betragen einen 1 – stelligen Milliardenbetrag/Jahr.

Die Stabilisierung des Stromnetzes im Bereich > 1min erfolgt über regelbare Kraftwerke, Reservekraftwerke, Pumpspeicherwerke, Gasturbinen, GuD, Kernkraft und Kohle. Für moderne Großkraftwerke ist ein Betrieb im Lastfolgebetrieb, oder Teillast wirtschaftlich und technisch suboptimal. Beispielsweise erreicht ein GuD Gaskraftwerk im Lastfolgebetrieb natürlich nicht annähernd die max. 58% Wirkungsgrad die gerne veröffentlicht werden. Die Abhitze der Gasturbine die zur Beheizung des Dampfkreislaufs dient wirkt mit Verzögerung und so muss diese Energie bei

Lastwechsel im Kondensator entsorgt werden. Die Lebensdauer von im Lastfolgebetrieb betriebenen Kraftwerkskomponenten schrumpft, die Reparaturaufwendungen sind wesentlich höher. Die in kalter, warmer und heißer Bereitschaft gehaltenen Kraftwerke verursachen Betriebskosten einschließlich signifikanter Brennstoffkosten. Aus technischer Sicht gilt das gleiche wie aus kaufmännischer Sicht.

Kosten „Erneuerbarer Energien“ in Deutschland

Neben den EEG Vergütungen in Höhe von 24,9 Mrd. € (2016 ⁽¹⁾) entstehen weitere Kosten durch den erforderlichen Netzausbau auf allen Ebenen, zusätzliche Regelenergie, Kraftwerke in kalter, warmer und heißer Bereitschaft ca. 4 Mrd. €/Jahr*, EKF Fonds und subventionierte KfW Darlehen, insgesamt geschätzt >35 Mrd. € mit steigender Tendenz. Da Gewerbe und Industrie ihre Stromkosten über die Preise an die Konsumenten weitergeben kann man die 35 Mrd. € /43 Mio. Haushalte teilen...entsprechend **800 €/Haushalt/Jahr mit steigender Tendenz**. Das ergibt eine stattliche Eiskugel.

Speicherung von Strom „Erneuerbarer Energien“

Nachdem Sonnen- und Windstrom in großen Mengen in die Stromnetze vieler Staaten eingespeist wird können die Qualitätsmedien nicht mehr verdecken, dass dieser Strom als Zufallsstrom wertlos ist. Auf diese reale Herausforderung reagieren die Ökologen und die mit ihnen verbundenen Qualitätsmedien mit der Vision einer Speicherung des wertlosen Stroms. **Man tritt einer realen Herausforderung mit einer fiktiven Lösung entgegen.**

Real ist Strom der am schlechtesten zu speichernde Energieträger. Die bekannten Speichertechniken vom Kondensator über supraleitende Spulen, Schwungräder, Pumpspeicherwerke, Druckluftspeicher, Akkumulatoren (*Batterien*) könnten genutzt werden um das deutsche Stromnetz im Minutenbereich zu stabilisieren, sind jedoch mit einer Speicherung eines 14 tägigen Bedarfs, für eine sichere Stromversorgung wäre ein 4 wöchiger Bedarf sicherer, hoffnungslos überfordert. Es bedürfte einer heutzutage unbekanntem Speichertechnik.

Erzeugung von Gas aus den Überschüssen der Wind- und Solarenergie

Seitens der Ökologen wird die Konvertierung des überschüssigen Wind- und Solarstroms in einen gasförmigen Energieträger, meist Wasserstoffgas H₂ als Lösung zur Nutzung des entsprechend der Zufälle des Wetters anfallenden Wind-/Solarstroms propagiert. Manchmal liest man in den Qualitätsmedien auch über eine Konvertierung in Methan. Eine solche Konvertierung bedarf 2 weiterer Prozessschritte und ist demzufolge noch teurer und abwegiger. Offensichtlich geht es bei den Initiativen um weitere Forschungsgelder und Subventionen.

Grundlagen:

Grenzübergangspreis Erdgas: 1,5c/kWh ⁽⁶⁾, Preis Wasserstoff erzeugt durch Dampfreformierung aus Erdgas ca. 5 c/kWh

Subventionssatz Wind: 8,3c/kWh ⁽⁷⁾

Kosten Konversionsanlage überschlägig: 1000 €/kW Kapazität. Optimistische Schätzung als Ingenieur auf Basis von Aussagen aus Qualitätsmedien. Beispielsweise wird eine Versuchsanlage mit 15.000\$/kW kalkuliert, wobei nicht deutlich geschrieben wird ob es sich um kW Strom, oder H2 Gas handelt, vermutlich Strom (11).

Abschreibungsdauer/Zinskosten: 20 Jahre, Zins 4%, entsprechend einer Annuität von 8% (8)

Betriebskosten (Personal, R&E, Prüfungen, Steuern, Pacht..) der Anlage analog anderer Industrieanlagen: 10% der Anlagekosten entsprechend 100 €/kW Jahr

Windstromüberschuss: 900h/Jahr (*Windstromerzeugung über dem 2-fachen des Mittelwertes*) (4)

Wirkungsgrad: 40% inklusive Verdichtung auf 70 bar.

Rechenweg:

Stromeinsatz: 8.3c/kWh (Subventionssatz Wind)/0.4 (Wirkungsgrad) = 20.75 c/kWh

Kapitaldienst: Annuität 8% /900 Betriebsstunden = 9 c/kWh

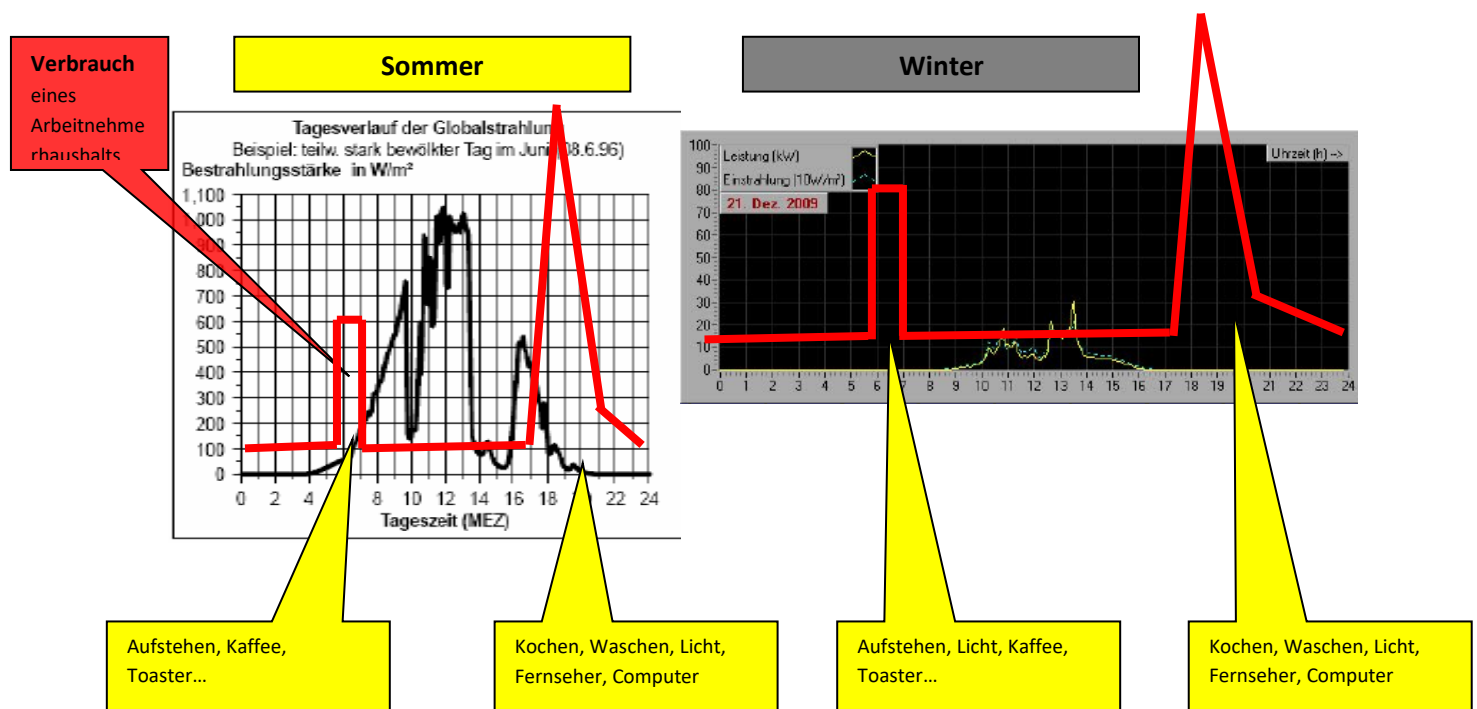
Betriebskosten: 100 €/kW /900 Betriebsstunden = 11 c/kWh

Damit kostet dann 1 kWh Wasserstoff aus Windmühlenstrom 41c. Dies entspricht dem 27-fachen dessen von importiertem Erdgas.

Wenn man den Windstrom als wertlos betrachtet, dann bleiben noch 20c/kWh Konvertierungskosten.

Wenn man den Ökowasserstoff nahe chemischer Großanlagen erzeugt und damit Wasserstoff aus Erdgas substituiert, ist dieser ein 8 – faches teurer.

Nutzung des selbsterzeugten Solarstroms im Arbeitnehmerhaushalt



Im Arbeitnehmerhaushalt stehen die Mitglieder meist zwischen 5:30 und 07:00 auf, benötigen Strom und gehen aus dem Haus. Nach der Heimkehr, z.B. um 17:00, wird z.B. eine Herdplatte eingeschaltet, der Computer eingeschaltet. In Sekundenbruchteilen ändert sich der Stromverbrauch von z.B. 100 W auf z.B. 7 kW. Eine Solaranlage ist nicht in der Lage Lastwechseln zu folgen. Selbst rein vom oberflächlichen Vergleich Erzeugung – Verbrauch lässt sich leicht verstehen, dass eine Solaranlage nicht geeignet ist, den Stromverbrauch eines Haushalts ganz, oder teilweise zu decken. In der Regel bleiben die Haushalte an das Netz angeschlossen, die Solaranlage speist wertlosen Zufallsstrom in das Netz ein und der Verbraucher erhält bedarfsgerechten, frequenzstabilen Strom aus dem Netz. Dies geht zu Lasten der Haushalte und Betriebe die ihren Strom bezahlen müssen. Hierfür gibt es die negative Bezeichnung des Schmarotzens.

Nutzung von Elektroautos als Stromspeicher

Sofern man die 56 Mio. Kfz (9) Deutschlands gleichwertig durch Elektromobile ersetzen würde, so ergäbe dies einen zusätzlichen jährlichen Stromverbrauch von vielleicht 250 TWh, die zum aktuellen Stromverbrauch von 530TWh (10) hinzukommen. Der Stromverbrauch eines Winterwerktages könnte dann bei 3200 GWh liegen. Die Nennstromspeicherkapazität von 56 Mio. Kfz (je 50 kWh) könnte bei 2800 GWh liegen. Wenn man davon ausgeht, dass die Zellen nur mehr 90% ihrer Nennleistung bringen, eine Entladung unter 15% herausfordernd ist und die Zellen zu Beginn der Flaute zu 75% geladen sind, sind dies 1575 GWh. D.h. nach ½ Tag einer windarmen Periode würden Verkehr und die Stromversorgung rechnerisch zusammenbrechen. Die Batterien verschleißten mit der Nutzung als Stromspeicher.

Elektroauto als Verkehrsmittel der Zukunft

Seitens der regierungsnahen Medien wird immer wieder das Elektroauto als zukünftiges Mittel des Individualverkehrs beschworen. Sofern man 56 Mio. Kfz (9) gleichwertig durch Elektromobile ersetzen wollte so ergäbe dies einen zusätzlichen jährlichen Stromverbrauch von vielleicht 250 TWh, die zum aktuellen Stromverbrauch von 530TWh hinzukommen. Da Wind- und Sonne nicht in der Lage sind eine bedarfsgerechte Stromversorgung zu gewähren, bzw. der Verkehr bei mehrtägigen Windstillen zum Erliegen käme, bedarf es moderner Großkraftwerke. Ein Neubau von etwa 30 großen, umweltfreundlichen Kernkraftwerken, oder 40 großen Kohlekraftwerken wäre erforderlich. Da es 15 - 20 Jahre bedarf um ein solches Kraftwerk zu errichten, bzw. 25 - 30 Jahre um diese Kapazität zu errichte, müsste man mit der Planung beginnen. Ich vermute dass das Elektromobil für Jedermann nicht das Ziel der Politik ist.

Herausforderung für die Zukunft in der Schweiz

Durch den Import von wertlosen, umweltschädlichen Ökostrom aus Deutschland wird die Wirtschaftlichkeit der Schweizer Kraftwerke massiv beeinträchtigt. Die Pumpspeicherwerke speichern nachts preiswerten Kernstrom aus französischen Kernkraftwerken ein um diesen Tags als teuren Spitzenlaststrom (*Ökostrom*) zu verkaufen. Mit dem je nach Wetter und Jahreszeit zur Mittagzeit zu Niedrigst-oder Negativpreisen importiertem Solarstrom aus Deutschland ist die Wirtschaftlichkeit nicht mehr gegeben. Der Ausbau der Schweizer Wasserkraft ist nahezu gestoppt. Den umweltfreundlichen Kernkraftwerken der Schweiz fehlen durch den Import von wertlosen Überschussstrom etwa 1500 Vollaststunden im Jahr. Die Wirtschaftlichkeit der Kraftwerke ist sehr reduziert. Die Betreiber verlieren das Interesse an den Kernkraftwerken.

Herausforderungen für die Zukunft in Deutschland

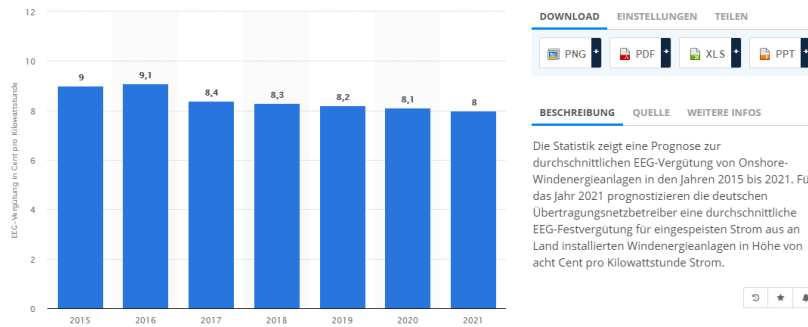
Durch die vorrangige Einspeisung des umweltschädlichen Ökostroms verlieren die modernen Großkraftwerke wertvolle Vollaststunden. Die Wirtschaftlichkeit der Großkraftwerke ist sehr eingeschränkt. Es werden noch ein paar Kraftwerke zu Ende gebaut. Ansonsten werden keine neuen Kraftwerke mehr errichtet. Die vorhandenen Kraftwerke erreichen nach und nach das Ende der Lebensdauer. Zahlreiche Kraftwerke gehen vom Netz. Es ist eine Frage der Zeit und entsprechender Umstände bis es zu großflächigen Stromausfällen kommt. Ich vermute, die „Qualitätsmedien“ werden für solche Ausfälle dann die Netzbetreiber, oder die modernen Großkraftwerke verantwortlich machen.

*Kraftwerkspark in Bereitschaft: Sofern man entsprechend der Visionen von „Erneuerbaren Energien“ den überwiegenden Teil des Stroms mittels Wind und Sonne erzeugt und einen konventionellen Kraftwerkspark für Windflauten und sonnenarme Tage in Bereitschaft hält bedeutet dies etwa eine Kapazität von 100 – 110.000 MW. Grund, die max. Last im Netz beträgt >80.000 MW. Die Kraftwerke müssen aufgrund der Limitationen des Höchstspannungsnetzes dort stehen wo diese gebraucht werden. Ein Teil der Kraftwerke befindet sich in Revision, Erneuerung, etc. Bei einem Mix von 50/50 Kohle/Erdgas ergeben sich folgende Kosten. Ersatz 2500 MW jährlich entsprechend 3 Mrd. €, Erneuerung z.B. Leittechnik ca. 3 Mrd. Erzeugungsunabhängige Betriebskosten 20 Mio. €/1000 MW Gas und 35 Mio. €/1000 MW Kohle. 3 Mrd. € entsprechend in Summe 9 Mrd. €.

Quellen

1. Aktuelle Angaben der Übertragungsnetzbetreiber zu den Einnahmen- und Ausgabenpositionen nach § 3 (1) AusglMechAV Stand 31. Dezember 2016
2. Erneuerbare Energien in Zahlen Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2016
https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erneuerbare-energien-in-zahlen-2016.pdf?__blob=publicationFile&v=8
3. "Es bleibt dabei, dass die Förderung erneuerbarer Energien einen durchschnittlichen Haushalt nur rund 1 Euro im Monat kostet - so viel wie eine Kugel Eis." - Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit, Pressemitteilung 231/04, Berlin, 30.07.2004,
4. VGB-Windstudie-2017, Thomas Linnemann, Guido Vallana, 2017
5. <http://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Datei:PV-Norddeutschland-2008-Tagesdarstellung.svg&filetimestamp=20090620134220> Jahresgang 2008 Der Urheberrechtsinhaber dieser Datei hat ein unbeschränktes Nutzungsrecht ohne jegliche Bedingungen für jedermann eingeräumt. Dieses Nutzungsrecht gilt unabhängig von Ort und Zeit und ist unwiderruflich.
6. BAFA Erdgasgrenzübergangspreis
http://www.bafa.de/DE/Energie/Rohstoffe/Erdgas/erdgas_node.html
7. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/173266/umfrage/durchschnittliche-eeg-verguetung-von-wind-onshore-bis-2015/>

Prognose zur durchschnittlichen EEG-Vergütung* von Onshore-Windenergieanlagen in den Jahren 2015 bis 2021 (in Euro-Cent pro Kilowattstunde)



8. Reaktortechnik 2, Vorlesung, April 1992, RWTH Aachen, Prof. Dr. Ing. K. Kugler, S144-147

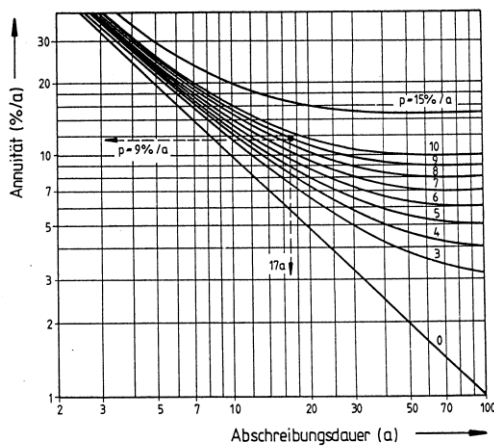


Abb. 10.8: Annuitätsfaktor a in Abhängigkeit vom Zinsfaktor p und von der Abschreibungsdauer N

9. https://www.kba.de/DE/Statistik/Fahrzeuge/Bestand/Umwelt/b_umwelt_z.html?nn=663524

10. <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/164149/umfrage/netto-stromverbrauch-in-deutschland-seit-1999/> 2017 530 TWh

11. <http://www.manmonthly.com.au/news/new-trial-create-green-gas-renewable-sources/>
"The Australian Renewable Energy Agency (ARENA) has committed \$7.5 million in funding towards the project on behalf of the Australian Government for Jemena to build a demonstration scale 500 kW electrolyser at its facility in western Sydney.

The \$15 million project – known as Project H2GO – will connect to Jemena’s existing gas network which delivers gas to 1.3 million customers in New South Wales”. 23.10.2018