

## Windkraft – erklärt auf einem Bierdeckel

Die Überschrift ist etwas reißerisch, aber welche Überschrift ist das nicht? Vielleicht braucht es ein Dutzend Bierdeckel, um den Grünsprech-Narrativen etwas entgegen zu setzen?

**Denn Fakt ist:** Mit einem Quadratmeter Rotorfläche einer Schwachwindanlage, bestehend aus Tausenden Tonnen Stahl auf einem Fundament von Tausenden Tonnen Stahlbeton, ließe sich an 365 Tagen im Jahr nur eine 40 Watt-Glühbirne betreiben. Vorausgesetzt, man könnte den Strom speichern, was aber an der schieren Dimension der elektrischen Energie scheitert. Windkraft hat nicht das Potential unsere Strom- und Energieversorgung zu sichern.

### Hier die Bierdeckel-Sammlung zur schnellen Information:

**Bierdeckel 1:** Für die Hälfte der Stromlast (ca. 40 GW) werden 1 Mrd. m<sup>2</sup> Rotorfläche benötigt (im Binnenland). Die Speicherfrage ist ungelöst, wie auch Bauzeit und Kosten.

**Bierdeckel 2:** Um die Hälfte des Strombedarfes (Last) zu generieren, braucht es 50.000 bis 100.000 Windräder, je nach Rotordurchmesser. Für die Energiewende wäre es das 5-fache.

**Bierdeckel 3:** Die Energiewende erfordert etwa alle 1.000 m ein Windrad in der Landschaft.

**Bierdeckel 4:** Allein zur Speicherung der aktuellen Tageserzeugung Windstrom würden 38 Pumpspeicher Goldisthal (PSW) benötigt. Die Speicherung von Solarstrom ist dabei nicht berücksichtigt. Dunkelflauten können (sagen wir) 30 Tage dauern:  $30 * 38 \text{ PSW} = 1.140 \text{ PSW}$ .

**Bierdeckel 5:** Energie-Mix der Erneuerbaren bei Dunkelflaute:

$5 \text{ GW Biogas} + 5 \text{ GW Wasserkraft} + 0 \text{ GW Wind} + 0 \text{ GW Solar} = 10 \text{ GW}$

Für die Stromversorgung fehlen ca. 65 GW, die derzeit durch Kraftwerke generiert werden, die a) abgeschaltet werden sollen oder b) unter Brennstoffmangel leiden werden.

Die „Energiewende“ fußt darauf, dass uns das Ausland mit Strom versorgen soll, aus Kraftwerks-Typen, die bei uns nicht gewollt sind und abgeschaltet werden.

**Bierdeckel 6:** Für eine Energiewende in Thüringen mit 50% Windkraftanteil wären, unter der Annahme der vom MPI-Jena genannten mittleren Leistungsdichte von 0,5 W/m<sup>2</sup> Landschaft, ca. 48 % der Landesfläche (ohne Abstandsflächen) notwendig.

**Bierdeckel 7:** Zum Ersatz von nur 11 Mrd. m<sup>3</sup>, der 56 Mrd. m<sup>3</sup> russisches Gas pro Jahr, wären ca. 3.000 großtechnische Anlagen wie die „Audi e-Gas“ in Werlte notwendig. Diese produzieren 11 Mio. m<sup>3</sup> Wasserstoff im Jahr. Der Bau des BER-Flughafens dauerte 14 Jahre. Wie lange dauert der Bau von mindestens 3.000 Anlagen „Typ-Werlte“? Was kostet das?

**Bierdeckel 8:** „Klimaschutz“ betreiben wir mit Windrädern, die in unserer Bilanz keine CO<sub>2</sub>-Emissionen aufweisen, da diese bei der Produktion von Stahl für Windräder in China und Indien anfallen. Dies sind „Entwicklungsländer“, die gem. Pariser Klima-Abkommen keine Senkungen ihrer CO<sub>2</sub>-Emissionen vorzunehmen brauchen. Deshalb gelten Windräder bei uns als „klimaneutral“. Und was ist mit dem CO<sub>2</sub> aus der Zementproduktion für die Fundamente?

**Bierdeckel 9:** Windräder entziehen der Atmosphäre über Deutschland täglich im Mittel die Energie von ca. 22 Hiroshima-Bomben und beeinflussen dadurch das Wetter und Mikroklima.

**Bierdeckel 10:** Windkraft und Photovoltaik benötigen einen konventionellen Kraftwerkspark, der die Stromversorgung auch alleine sichern könnte, sofern er nicht wegen der gesetzlichen Vorrangspeisung von Wind- und Solarstrom zum Herunterfahren gezwungen würde.

**Bierdeckel 11:** Volatiler Wind- und Solarstrom destabilisieren das Stromnetz.

**Bierdeckel 12:** Ein Freibier für Ex-Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel (SPD). Der sagte 2014 einer Kasseler Zeitung: „Die Energiewende steht kurz vor dem Aus. Die Wahrheit ist, dass wir auf fast allen Feldern die Komplexität der Energiewende unterschätzt haben. Für die meisten anderen Länder in Europa sind wir sowieso Bekloppte.“ Er wurde nicht erhört, weder von der Kanzlerin, noch von seiner Partei, noch vom polit-medialen Komplex.

Wer genug über Windräder weiß, braucht nicht weiterlesen. Ansonsten folgen Berechnungen.

## Die Berechnungen auf den Bierdeckeln

Die technischen Daten zu den Berechnungen habe ich in meinem Artikel „**Windräder bremsen den Wind - und beeinflussen das Mikro-Klima**“ aufgeführt. Bei Verweisen in den Berechnungen nehme ich Bezug auf diese „**Datenquelle**“.

[https://www.nordthueringen.de/daten/mm\\_objekte/2022/02/630761\\_0222\\_46369953](https://www.nordthueringen.de/daten/mm_objekte/2022/02/630761_0222_46369953)

Dieser Artikel wurde von „The Epoch Times“ aufgegriffen und mit Artikeln anderer Autoren zu einem neuen Thema erweitert: **Die Rache der Erneuerbaren: Warum es weniger regnet**

<https://www.epochtimes.de/umwelt/erneuerbare-energie/die-rache-der-erneuerbaren-warum-es-weniger-regnet-a3852540.html>

Die technischen Daten einer typischen Schwachwindanlage liefert die Fa. Siemens, die ganz im Gegensatz zu manch anderem Hersteller, klare und transparente Informationen gibt. Wofür ihr Ehre gebührt. **WEA Siemens SWT-3.15-142**

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

Die vom Hersteller dieser typischen 3,15-MW-Schwachwindanlage für das Binnenland angegebene Leistungsdichte beträgt 199 W/m<sup>2</sup> Rotorfläche, bei Nennwindgeschwindigkeit von 11 m/s. Diese geringe Leistungsdichte ist auf die geringe Dichte der Luft, auf die im Binnenland geringen Windgeschwindigkeiten und auf den physikalischen Wirkungsgrad von max. 0,48 zurückzuführen. Die Ingenieure der WEA-Hersteller haben alles richtig gemacht, ihre Anlagen sind „bis zum Anschlag“ optimiert. Im o.g. Artikel „Windräder bremsen den Wind - und beeinflussen das Mikro-Klima“ habe ich beschrieben, warum dies so ist. Die optimierten Windräder lassen sich deshalb nur noch größer bauen, so dass sie sich in noch größeren Höhen gegenseitig den Wind wegnehmen. Wie die Grafik des VGB, S. 6 in „Datenquelle“ zeigt, betrug die mittlere Leistung nur ca. 20% der installierten Nennleistung, was 1.752 Volllaststunden entspricht. Wobei die prozentuale mittlere Leistung (17–20 %) wegen gegenseitiger Windwegnahme, und trotz immer größerer Windräder, nicht stieg.

### Nun zur Berechnung auf dem ersten Bierdeckel.

Rechnen wir mit 20 % mittlerer Leistung, in Bezug auf die installierte Nennleistung, und nehmen an, durch Windkraft solle „nur“ die Hälfte der Netzlast von ca. 80 GW (→ **40 GW**) generiert werden. Aus der Leistungsdichte von 199 W/m<sup>2</sup> ergibt sich mit 20 % damit eine mittlere Leistungsdichte von ca. 40 W/m<sup>2</sup> Rotorfläche.

**Fakt ist also:** Mit einem Quadratmeter Rotorfläche einer Schwachwindanlage, bestehend aus Tausenden Tonnen Stahl auf einem Fundament von Tausenden Tonnen Stahlbeton ließe sich an 365 Tagen im Jahr nur eine 40 Watt-Glühbirne betreiben. Vorausgesetzt, man könnte den Strom speichern. Dies scheitert aber an der schieren Dimension der elektrischen Energie. Bei ständig Windstärke 6 ließen sich damit 2 Stück 100 Watt-Glühbirnen betreiben. Ganz ohne Speicher. Aber wo weht schon an 365 Tagen im Jahr Windstärke sechs? Nicht in Thüringen.

Nun berechnen wir, wie viele Windräder es zur „Energiewende“ braucht. Dazu seien ein paar vereinfachte Annahme gemacht, die man durch einen Faktor anpassen kann. Um nicht nur 40 W, sondern 40 GW zu generieren, braucht es den Faktor 1 Mrd. und damit 1 Mrd.

Quadratmeter Rotorfläche (1.000.000.000 m<sup>2</sup>).

### Auf dem ersten Bierdeckel steht die Rechnung:

$200 \text{ W/m}^2 * 20 \% = 40 \text{ W/m}^2$  (mit 199 = rund 200)

ca. 80 GW Last \* 50 % = 40 GW mittlere Last aus Windkraft

$40 \text{ GW} / 40 \text{ W/m}^2 = 40 * 10^9 \text{ W} / 40 \text{ W/m}^2 = 10^9 \text{ m}^2 = 1.000.000.000 \text{ m}^2$  Rotorfläche

### Fazit:

- Für die Hälfte der Stromlast (40 GW) werden ca. 1.000.000.000 m<sup>2</sup> Rotorfläche benötigt.
- Die Frage der Speicher ist ungelöst, ebenso deren Wirkungsgrad, Bauzeit und Kosten.

Wie viele WEA werden für die „Energiewende“ benötigt? Rechnet man in erster Näherung, wie in der Physik üblich, mögen drei Beispiele genügen.

**Auf dem zweiten Bierdeckel steht die Rechnung:**

Rotorfläche  $A = \pi / 4 * d^2$  Anzahl der WEA = 1.000.000.000  $m^2 / A$

Rotordurchmesser d ca. 120 m = ca. 10.000  $m^2$  Rotorfläche = 100.000 WEA

Rotordurchmesser d ca. 140 m = ca. 15.000  $m^2$  Rotorfläche = 66.660 WEA

Rotordurchmesser d ca. 160 m = ca. 20.000  $m^2$  Rotorfläche = 50.000 WEA

Die jeweiligen Rotorflächen entsprechen ein bis zwei Fußballfelder von je 10.000  $m^2$

**Fazit:**

- Um im Mittel allein die Hälfte des Strombedarfes (40 GW) zu generieren, braucht es 50.000 bis 100.000 Windräder, je nach Rotordurchmesser, bei ungelöster Speicherfrage.

Doch wäre dies bisher nur eine „Stromwende“ mit einem 50%-Anteil von Windkraft. Es soll aber eine „Energiewende“ sein. Da Strom nur ca. 20 % der Primärenergie (Strom, Verkehr, Prozesswärme, Heizwärme) ausmacht, wäre die oben errechnete Anzahl der Windräder (WEA) mit dem Faktor 5 zu multiplizieren. Deutschland hat eine Fläche von knapp 360.000  $km^2$ , man kann sich also (auf einem Bierdeckel) ausrechnen, wie dicht die Windräder stehen müssten. Wobei dann Städte, Verkehrswege und Seen nicht mehr als „harte Tabuzonen“ taugen. Da sich sonst die Rotoren der Windräder, hoch wie der Berliner Fernsehturm (250 m ohne Antenne), auf dem Land gegenseitig ins Gehege kommen könnten.

**Auf dem dritten Bierdeckel steht die Rechnung:**

Energiewende = 5 \* Stromwende

benötigte Windräder = 5 \* Anzahl der WEA vom zweiten Bierdeckel = 250.000 – 500.000

Fläche Deutschland: ca. 360.000  $km^2$

$360.000 \text{ km}^2 / 500.000 = 0,72 \text{ km}^2$  pro Windrad (Rotor 120 m) = alle 850 m ein Windrad

$360.000 \text{ km}^2 / 333.000 = 1,08 \text{ km}^2$  pro Windrad (Rotor 140 m) = alle 1.000 m ein Windrad

$360.000 \text{ km}^2 / 250.000 = 1,44 \text{ km}^2$  pro Windrad (Rotor 160 m) = alle 1.200 m ein Windrad

Der Abstand der Windräder ergibt sich aus der Quadratwurzel der Fläche pro Windrad.

**Fazit:**

- Eine Energiewende erfordert etwa alle 1.000 m ein Windrad, ohne Beachtung von Ortschaften. Soll der Anteil der Windkraft größer als 50 % sein, wären die Abstände noch geringer. Dies bei ungelöster Speicherfrage.

Entgegen Hoffnungen und Verlautbarungen ist die Frage der großtechnischen Speicherung von Strom ungelöst. Zwar kann man Strom prinzipiell speichern, zum Beispiel in Akkus und mit Pumpspeicherwerken (PSW). Doch ist dies keine hinreichende Bedingung. Denn in Sachen Windstrom geht es nicht nur um das „wie“, sondern vor allem um das „wieviel“. Die Stromerzeugung 2021 in Deutschland betrug 582 TWh (Terrawattstunden), davon 131,7 TWh durch Windkraft. Das Pumpspeicherwerk Goldisthal (das größte in Deutschland) hat eine Leistung von max. 1.060 MW, das Wasser (13 Mio. Kubikmeter) reicht bei einer Fallhöhe von 302 m für neun Stunden. Die verfügbare Energie beträgt 9,54 GWh. Um die durch Windkraft an einem Tag im Durchschnitt erzeugte Energie zu speichern, bedürfte es ca. 38 PSW Goldisthal. Für eine Tageserzeugung Strom bedürfte es 167 PSW Goldisthal. Hierin sind die Wirkungsgradverluste beim Pumpen nicht berücksichtigt. Auch nicht berücksichtigt ist der Umstand, dass Dunkelflauten (ohne Wind und Sonne) mehrere Wochen dauern können. Schätzt man die Tageserzeugung Windstrom von 360,8 GWh in Bezug auf Batteriespeicher, so entspräche dies 3,6 Mio. E-Autos mit großem 100-kWh-Akku. Darin ist der Speicherbedarf für Solarstrom noch nicht berücksichtigt (S. 10. „Datenquelle“).

**Auf dem vierten Bierdeckel steht die Rechnung:**

Tageserzeugung Strom:  $582 \text{ TWh/a} / 365 \text{ d} = 1,59 \text{ TWh/ d}$

Tageserzeugung Windstrom:  $131,7 \text{ TWh/a} / 365 \text{ d} = 360,8 \text{ GWh/ d}$

PSW Goldisthal:  $1060 \text{ MW} * 9 \text{ h} = 9,54 \text{ GWh}$  (bis das Oberbecken leer ist)

Speicherung Tageserzeugung Strom: 1,59 TWh / 9,54 GWh = 167 PSW Goldisthal  
Speicherung Tageserzeugung Strom: 1,59 TWh / 100 kWh = 15,9 Mio. große E-Autos  
Speicherung Tageserzeugung Windstrom: 360,8 GWh / 9,54 GWh = 38 PSW Goldisthal  
Speicherung Tageserzeugung Windstrom: 360,8 GWh / 100 kWh = 3,6 Mio. große E-Autos

### **Fazit:**

Die o.g. Anzahl PSW und E-Autos kann man (in der Größenordnung) um den Faktor 30 hochrechnen, wenn man davon ausgeht, dass eine Dunkelflaute von 30 Tagen überbrückt werden muss. Die Speicherung von Solarstrom ist hierin nicht berücksichtigt. Will man auch Solarstrom vom Sommer für den Winter speichern, braucht es Zehntausende PSW, wie Prof. Sinn vom IFO-Institut bereits vor Jahren vorgerechnet hatte.

**Energiewende ins Nichts** <https://www.youtube.com/watch?v=jm9h0MJ2swo>

Anmerkung: Die Jahreserzeugung Strom lag vor 2021 (Beginn Corona-Lockdown) um etwa 70 TWh höher, bei ca. 650 TWh, woraus sich in der o.g. Rechnung höhere Zahlen für die PSW und E-Autos ergeben. Ebenso sind die Wirkungsgradverluste nicht berücksichtigt. Die vorhandenen Kapazitäten zur Speicherung elektrischer Energie entsprechen nicht ansatzweise den Erfordernissen, um Strom für mehrwöchige (meist winterliche) Dunkelflauten (kein Wind, keine Sonne) zu überbrücken. Den Ausgleich schaffen derzeit, neben Biogas und Wasserkraft (zusammen < 10 GW), konventionelle Kraftwerke (Kohle-, Gas-, Öl-, Kernkraftwerke) die jedoch abgeschaltet werden sollen. Oder für die das Gas nicht sicher ausreicht, sofern die Nordstream-2 Gas-Pipeline nicht in Betrieb genommen wird.

### **Der fünfte Bierdeckel wird vorbereitet**

Wenn Windkraft-Enthusiasten bei der Diskussion um Speicher argumentativ am Ende sind, schließen sich weitere Narrative an. Erstens: Wir haben einen Energiemix, vor allem mit Biogas. Zweitens: Irgendwo weht immer Wind. Drittens: Wir bekommen Strom aus dem Ausland und Öko-Strom aus Wasserkraft von Norwegen. Viertens: Die Windräder werden immer leistungsfähiger. Dazu die Fakten:

Biogas hat (in unseren Breiten) eine noch geringere Energiedichte als Windkraft, der Flächenverbrauch ist also noch größer. Die gesamte Leistung beträgt knapp 5 GW und steht als Grundlast kontinuierlich zur Verfügung. Die kaum steigerbare Leistung von Wasserkraft beträgt max. 5 GW und schwankt. Der Strombedarf (Last) beträgt im Durchschnitt ca. 75 GW. [https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power\\_generation/18.07.2021/18.07.2022/today/](https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation/18.07.2021/18.07.2022/today/)

Irgendwo weht immer Wind. Doch die Frage ist, welche Leistung wird dabei „irgendwo“ noch generiert? Der Fachbegriff ist die „gesicherte Leistung“. In Deutschland waren dies in 2017 ganze 158 MW von 56.164 MW installierter Nennleistung. Dies sind nur 0,28 % der Nennleistung, die erst ab Windstärke 6 ansteht. In 21 europäischen Ländern ist die gesicherte Leistung nur 5 % der installierten Nennleistung (s. VGB-Grafik S. 6 in „Datenquelle“).

### **Auf dem fünften Bierdeckel steht die Rechnung:**

Erstes Narrativ: Wir haben einen Energiemix, dieser lautet bei Dunkelflaute:

**5 GW Biogas + 5 GW Wasserkraft + 0 GW Wind + 0 GW Solar = 10 GW**

Last-Rechnung: 75 GW – 10 GW = **65 GW** müssen durch Kraftwerke generiert werden, die a) abgeschaltet werden sollen (Kohle, Kernkraft) oder b) ggf. zu wenig Gas oder Öl haben.

Zweites Narrativ: Irgendwo weht immer Wind. Dennoch **fehlen** in Deutschland wegen der sehr geringen gesicherten Leistung:  $100\% - 0,28\% = 99,72\%$  und in Europa  $100\% - 5\% = 95\%$  der installierten Windleistung, die deshalb (falls auch die Sonne nicht scheint) durch konventionelle Kraftwerke erbracht werden müssen. Dies bedeutet einen zweiten Kraftwerkspark, der die Stromversorgung auch ohne Windkraft und Photovoltaik sichern könnte. Sofern diese Kraftwerke nicht wegen der gesetzlichen Vorrangspeisung von Wind- und Solarstrom zum Herunterfahren gezwungen würden.

Drittes Narrativ: Wir bekommen Strom aus dem Ausland

Es gibt ein europäisches Verbundnetz, welches unter Voraussetzungen funktioniert, z.B.:

a) es gibt im Ausland genügend Leistungsreserven, b) es gibt die notwendigen Übertragungsleitungen und c) es ist ökonomisch sinnvoll die Leitungsverluste langer Übertragungswege in Kauf zu nehmen. Das Kriterium „Ökonomie“ kann man, zumindest für Deutschland, getrost vergessen, denn es scheint ziemlich egal, was etwas kostet, solange die Energiewende nicht infrage gestellt wird. So wird an windreichen Tagen überflüssiger Windstrom ins Ausland verklappt, indem der Abnehmer dafür keinen Preis zahlt, sondern noch einen Zuschlag erhält. Man nennt dies „negative Strompreise“. Jeder Gebrauchtwagenhändler wäre mit diesem Geschäftsmodell pleite, nicht aber der Staat, denn der kennt „zahlende Stromkunden“ und hat „Steuerzahler“. Atomstrom aus Frankreich können wir erhalten, wenn in Frankreich die Flüsse im Sommer genügend Wasser zur Kühlung der AKW führen. Im Winter können wir Atomstrom bekommen, falls dieser nicht zum Heizen von Wohnungen in Südfrankreich gebraucht wird. Ansonsten liefert uns Frankreich Atomstrom (wegen dem unsere AKW abgeschaltet werden) auch zu Höchstpreisen, weil dies für uns „alternativlos“ ist. Aber es gibt (vorgeblich) die „Batterie Norwegen“. Wenn Norwegen etwas sehr wenig hat, dann sind dies Pumpspeicherwerke. Man hat dort viel Wasser, große Fallhöhen und viele Laufwasserkraftwerke. Davon könnte man einige abschalten, wenn Deutschland zu viel Windstrom hat und wohl dank negativer Strompreise eine Zuzahlung an Norwegen erfolgt. Falls Deutschland zu wenig Windstrom hat, würde Norwegen wohl prüfen müssen, ob man selbst genügend Strom hat und was der kostet. Bis zum Bau der bipolaren Gleichstromtrassen NordLink (1.400 MW) und NorGer (1.400 MW) aus Norwegen stand mit dem Baltic Cable (600 MW) aus Schweden nur eine einpolige Gleichstromtrasse zur Verfügung, wobei die Ostsee als Rückleiter dient. Dadurch entsteht an der, in der Ostsee versenkten, Anode giftiges Chlorgas. Auch so kam und kommt „grüner Ökostrom“ nach Deutschland. Insgesamt stehen damit max. 3.400 MW Übertragungsleitung zu Verfügung. Dies ist weniger als die Leistung der letzten drei Kernkraftwerke (Isar-2, Neckarwestheim-2, Emsland) mit zusammen 4.055 MW, die Ende 2022 stillgelegt werden sollen. Die Frage ist: Gibt es überhaupt genügend Stromtrassen und woher kommen diese, um Deutschland im Falle einer Dunkelflaute, bei abgeschalteten konventionellen Kraftwerken, aus dem Ausland zu versorgen? Man kann bei einer 380-KV-Wechselstromtrasse mit ca. 1 GW Übertragungsleistung rechnen und bei einer 525-KV-Gleichstromtrasse (HGÜ) mit ca. 2 GW. Damit kann man (auf einem Bierdeckel) abschätzen wie viele Leitungen von woher, bei unserer Stromlast von 75 – 80 GW, benötigt würden. Für die Energiewende mit Bezug auf die Primärenergie wäre dies etwa das 5-fache.

Viertes Narrativ: Windräder werden immer leistungsfähiger.

Windräder werden immer größer und haben mehr Nennleistung, weil sich ihre Rotorfläche vergrößert. Dies ändert jedoch nichts (oder kaum) etwas am Dargebot der Windleistung pro Quadratmeter Rotorfläche, weil diese durch die Windgeschwindigkeit bestimmt wird. Der physikalisch max. mögliche Wirkungsgrad von 0,48 ist erreicht. (S. 4 „Datenquelle“). Bei welcher Windgeschwindigkeit dieser ansteht ist eine Frage der Optimierung für den Standort. Es ist ein weit verbreiteter Irrglaube, dass Windräder im Sinne der Leistungsdichte  $W/m^2$  Rotorfläche leistungsfähiger werden. Oft wird nicht zwischen Nennleistung, Wirkleistung und Leistungsdichte unterschieden und damit der Windkraft ein Entwicklungspotential angedichtet, das physikalisch nicht existiert. Die Grafik der VGB-Verband der Kraftwerksbetreiber (S. 6 „Datenquelle“) zeigt die Realität. Die mittlere Leistung in Bezug auf die installierte Nennleistung pendelte 2011 bis 2017 zwischen ca. 17 % – 20 % je nach Windverhältnissen. Die maximale Leistung in Bezug auf die installierte Nennleistung ging sogar von 80 % auf 70 % zurück. Hätte es eine signifikante Weiterentwicklung gegeben, müsste dies durch ein prozentuales Angleichen der realen Leistungen an die installierte Nennleistung sichtbar werden. Diese Fakten widerlegen das Narrativ von den immer leistungsfähiger werdenden Windrädern, obwohl diese immer größer werden und stellen die

Sinnhaftigkeit des großflächigen Windkraftausbaus infrage. Dies bestätigt auch ein Artikel von „MDR-Wissen“, der ein Max-Planck-Institut in Jena mit den Worten zitiert: „Kleinere Anlagen dagegen können eine höhere Ausbeute pro Fläche erzielen. Grund dafür: Sie klauen sich nicht gegenseitig den Wind, sondern sind in der Lage, die dem Wind entzogene Energie durch die aus höheren Luftschichten zu ersetzen.“ Genau dies ist der Punkt!

#### **Neue Studie aus Jena: Das Potenzial und die Grenzen der Windkraft**

<https://www.mdr.de/wissen/energie/wende-potenzial-und-grenzen-der-windkraft-100.html>

Was hier erneut bestätigt wird, ist nichts anderes, als der Energieerhaltungssatz der Physik. Wenn man der Atmosphäre durch Windräder kinetische Energie entzieht und diese in elektrische Energie wandelt, steht die entzogene Energie (in Form der Windgeschwindigkeit) nicht mehr als Primärenergie für weitere Windräder zur Verfügung. Daran ändern auch noch so große Windräder und noch so große Erwartungen politischer Verantwortlicher nichts. Die Physik lässt sich nicht besiegen. Dies zu akzeptieren fällt Politikern (und vielen Journalisten?) offenbar schwer, die es gewohnt sind, stets ihren Willen durchzusetzen.

#### **Vorbereitung sechster Bierdeckel - zum 1%- und 2,2% Flächenziel für Windkraft**

Nehmen wir als Beispiel Thüringen mit einer Fläche von ca. 16.000 km<sup>2</sup>. Und weiterhin die o.g. neuesten Erkenntnisse des o.g. Jenaer Max-Planck-Institutes (MPI), zitiert von „MDR-Wissen“, wonach die Prognose für die maximal pro Quadratmeter Landschaft entnehmbare mittlere Leistung durch Windkraft (ergo die Leistungsdichte bezogen auf die Landschaft) von 2 W/m<sup>2</sup> auf 0,5 W/m<sup>2</sup> korrigiert werden musste. Rechnen wir zunächst mit dem größeren Wert von 2 W/m<sup>2</sup>. Thüringen hat eine Strom-Last von ca. 1.600 MW, die Primärenergie (Gesamtenergie) ist etwa mit dem 5-fachen anzusetzen.

#### **Auf dem sechsten Bierdeckel notieren wir:**

$$2 \text{ W/m}^2 = 2 \text{ MW/km}^2$$

$$1 \% \text{ von } 16.000 \text{ km}^2 = 160 \text{ km}^2 \text{ und } 2,2 \% \text{ von } 16.000 \text{ km}^2 = 352 \text{ km}^2$$

$$160 \text{ km}^2 * 2 \text{ MW/km}^2 = \mathbf{320 \text{ MW}} \text{ und } 352 \text{ km}^2 * 2 \text{ MW/km}^2 = \mathbf{704 \text{ MW}}$$

$$\text{Strombedarf (Last)} = \text{ca. } \mathbf{1.600 \text{ MW}} \text{ und Primärenergie} = 5 * 1.600 \text{ MW} = \mathbf{8.000 \text{ MW}}$$

$$\text{davon } 50\%: 4.000 \text{ MW} / 2 \text{ MW/km}^2 = 2.000 \text{ km}^2$$

$$2.000 \text{ km}^2 / 16.000 \text{ km}^2 * 100 = \mathbf{12 \%}$$

$$\text{Und bei einer Leistungsdichte von } 0,5 \text{ W/m}^2 \text{ statt } 2 \text{ W/m}^2 \text{ folgt: } 12\% * 4 = \mathbf{48 \%}$$

#### **Fazit:**

Für eine Energiewende in Thüringen mit 50 %-Anteil von Windkraft wären bei Annahme der vom MPI-Jena ursprünglich angenommenen mittleren Leistungsdichte von 2 W/m<sup>2</sup> bezüglich der Landschaft, 12 % der Landesfläche für Windräder erforderlich. Mit dem vom MPI-Jena korrigierten Wert von 0,5 W/m<sup>2</sup> Landschaft wären es 48 % der Landesfläche. Thüringen ist in das Verbundnetz eingebunden. Deshalb ist die o.g. Rechnung nur modellhaft zu verstehen, zeigt aber den eklatanten Widerspruch zwischen politisch propagierten Vorgaben (1%- oder 2,2%-Ziel) und physikalisch bestimmter Realität. Auch ist die Speicherfrage ungelöst, obwohl Thüringern wenigstens ein PSW Goldisthal (und noch ein paar kleinere) hat (s. vierter Bierdeckel). Die Rechnung für Thüringen mit einer relativ geringen Stromlast im Vergleich zur Landesfläche bestätigt den verheerenden Flächenbedarf der Windkraft, wie er auch auf dem zweiten Bierdeckel berechnet wurde.

#### **Vorgriff auf Bierdeckel 9 – mit Bezug zu Thüringen:**

Aktuell schaffen es etwas über 30.000 Windräder der Atmosphäre über Deutschland täglich die Energie von fast 22 Hiroshima-Bomben zu entziehen (s. S. 9). Über Thüringen sind dies etwa 1 Bombe täglich. Rechnet man gemäß Bierdeckel Nr. 3 mit einer Erhöhung der Anzahl von Windrädern auf das 10-fache, also auf 300.000 Windräder, so könnte man die Entnahme von kinetischer Energie des Windes über Deutschland auf jährlich 79.020 Hiroshima-Bomben steigern, dies wären ca. 216 Bomben täglich. Auf Thüringen entfielen davon 3.511 jährlich bzw. fast 10 Bomben täglich. Und dabei lautet die Werbung der Thüringer Landesregierung

für die Windkraft „Saubere Energie für gutes Klima“. Für eine Energie, die (vorgeblich) nachhaltig und erneuerbar sei. Welch ein Euphemismus.

### **Für den siebenten Bierdeckel notieren wir:**

Erdgas durch Wasserstoff ersetzen – die schnelle Lösung? „Grüner Wasserstoff“, erzeugt mit Windstrom, soll russisches Erdgas ersetzen. „In Thüringen gelte es deshalb, eine „Modellregion Glasindustrie“ zu entwickeln. Und dies nur, weil Nordstream-2 aus politischen Gründen nicht in Betrieb genommen werden soll? Man könnte sich aber auch mit den Energiedichten der „Erneuerbaren“ befassen, woraus sich der Flächenbedarf ergibt. Aus den Wirkungsgraden der Systemkette „Power-to Gas-to Power“ (inkl. Lagerung und Transport) ergibt sich der Faktor, der den eingesetzten Strom mit jedem Prozessschritt verteuert. Interessant wären auch die Energieerntefaktoren (energy returned to energy invested) von Windrädern. Nur eines der technischen Probleme ist übrigens die Wasserstoffversprödung von Stahl. Doch dies betrifft die Physik, Energie- und Werkstofftechnik.

Bleiben wir bei der Anlagentechnik. In Werlte (Niedersachsen) betreibt die Fa. Audi eine großtechnische Anlage zur Herstellung von Wasserstoff und daraus Methan, „Audi-e-Gas-Anlage“ genannt. <https://www.audi-mediacentre.com/de/fotos/detail/audi-e-gas-anlage-in-werlte-10489> Mit einer elektrischen Leistung von 6 MW werden 1.300 Kubikmeter Wasserstoff pro Stunde erzeugt (1.300 m<sup>3</sup>/h bei Normaldruck). Dies sind 11 Mio. m<sup>3</sup> pro Jahr (m<sup>3</sup>/a). Das Volumenverhältnis von gasförmigen zu flüssigem Wasserstoff (< -253 C) beträgt 788. Die Volumenergiedichte von Diesel beträgt das 4,1-fache von flüssigem Wasserstoff. Der Energiegehalt pro Kubikmeter Wasserstoff beträgt 3 kWh. Der Wirkungsgrad der Wasserstoff-Elektrolyse beträgt 0,65. Dies heißt, dass 35 % der elektrischen Energie dabei „verpuffen“. Physikalische Parameter: <https://www.leifiphysik.de/waermelehre/waermekraftmaschinen/aufgabe/energietraeger-wasserstoff>

### **Auf einem siebten Bierdeckel lässt sich „grüner Wasserstoff“ (H<sub>2</sub>) abschätzen:**

Eingesetzte Energie für 1.300 m<sup>3</sup> H<sub>2</sub>-Gas = 6 MW \* 1 h = 6.000 kW \* 1 h = 6.000 kWh  
 Energiegehalt von 1.300 m<sup>3</sup> Wasserstoff: 1.300 m<sup>3</sup> \* 3 kWh/ m<sup>3</sup> = 3.900 kWh  
 Wirkungsgrad der Wasserstoff-Elektrolyse: 3.900 kWh / 6.000 kWh = 0,65 (= 65 %)  
 H<sub>2</sub>-Gas pro Stunde: 1.300 m<sup>3</sup> / 788 = 1,65 m<sup>3</sup> verflüssigter Wasserstoff (gekühlt <- 253 C)  
 entspr. Tank H<sub>2</sub> - flüssig: 1m \* 1m \* 1,65 m = 1.650 l  
 H<sub>2</sub>- Energiegehalt von: 1.650 l / 4,1 = Diesel-Tank 1m \* 1m \* 0,4 m = 400 l pro Stunde  
 H<sub>2</sub> -Gas pro Jahr verflüssigt entspricht: 400 l Diesel \* 24 h \* 365 d = 3,5 Mio. Liter Diesel  
 entspricht 175 Tanklastzüge je 20.000 Liter Diesel pro Jahr

### **Fazit:**

Die Werlte-Anlage produziert pro Jahr H<sub>2</sub>-Energiegehalt wie 175 Diesel-Tanklast a 20.000 l  
 Die Rechnung dient dazu, sich ein Bild von der relativ überschaubaren Menge in Bezug auf den Bedarf von Deutschland zu machen.

### **Ein anderes Gedanken-Experiment zum russischen Gas**

Von 56 Mrd. m<sup>3</sup>/a russischem Gas mögen nur 11,3 Mrd. m<sup>3</sup> durch Wasserstoff ersetzt werden. Dies sind ca. 20 % der Gasimporte aus Russland.

H<sub>2</sub>-Gas pro Jahr unter Normaldruck: 1.300 m<sup>3</sup>/ h \* 24 h \* 365 d = 11,3 Mio. m<sup>3</sup>  
 entspricht Anzahl von Werlte-Anlagen: 11 Mrd. / 11 Mio. = 1.000 Werlte-Anlagen  
 Die Energiedichte Methan (Erdgas) = 3-Faches von Wasserstoff (bezogen auf Volumen)  
 Ersatz von Methan durch Wasserstoff: 1000 Anlagen \* 3 = 3.000 Werlte-Anlagen

### **Fazit:**

Um nur ein Fünftel des russischen Erdgases durch Wasserstoff zu ersetzen, würden 3.000 Anlagen „Typ Werlte“ benötigt. Die Bauzeit für den Flughafen BER betrug 14 Jahre. Am Bahnhof Stuttgart-21 wird noch gebaut.

Fragen: Wie lange dauert es um 3.000 Anlagen (oder mehr) „Typ Werlte“ zu bauen?

Was kostet das? Brauchen wir den „beschleunigten Ausbau Windenergie“, damit wir schon im nächsten Winter mit „grünem Wasserstoff“ statt mit russischem Erdgas heizen können? Wie realistisch ist das? Woher bekommen wir die restlichen 45 Mrd. m<sup>3</sup> als verflüssigtes Erdgas (LNG, < - 160 C), ggf. zu Höchstpreisen? Wie gelangt dann das LNG mit den nicht (ausreichend) vorhandenen LNG-Tankern zu den nicht (ausreichend) vorhandenen LNG-Terminals, um damit billiges russisches Erdgas zu ersetzen? Dies mit einem gigantischen Energieverbrauch (Schweröl, LNG) beim Transport durch LNG-Tanker. Von den Methan-Emissionen (Boil-off-Gas) aus den LNG-Tankern ganz zu schweigen. Deutschland hat große Schiefergas-Vorräte, die man durch „Fracking“ fördern könnte. Dies lehnt die Politik ab und kauft lieber Fracking-Gas in den USA. Alles was Deutschland an Ressourcen hat und ablehnt (Atom- und Kohlestrom, Fracking-Gas), wird dann teuer im Ausland gekauft. Muss man das verstehen? Darf man das hinterfragen? Oder soll man das einfach akzeptieren und bezahlen?

### **Vorbereitung Bierdeckel 8:**

Der Borkenkäfer lässt wegen der Austrocknung und Erwärmung der Landschaft grüßen. Auch deshalb sollen infolge der (vorgeblichen) „Klima-Katastrophe“ durch CO<sub>2</sub>, bei uns verstärkt Windräder gebaut werden. Bei uns sparen Windräder virtuell (auf dem Papier) CO<sub>2</sub>-Emissionen ein, die real in China und Indien entstehen, wo Stahl und Roheisen (aus Eisenerz und Steinkohlenkoks) für Windräder mit sehr viel Energieaufwand und CO<sub>2</sub>-Emissionen produziert werden. Der letzte Hochofen zur Herstellung von Roheisen aus Eisenerz in Deutschland (Duisburg) ist heute ein Industriedenkmal. Doch als „Entwicklungsländer“ (developing countries) brauchen China und Indien keine CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. So funktioniert der weltweite „Klimaschutz“ gem. Pariser Abkommen Artikel 4/4 und 4/7. Reale CO<sub>2</sub>-Emissionen in China und Indien, stören unseren Klima-Aktivismus nicht, während bei uns medial die Katastrophe allein schon bei der Nennung von „CO<sub>2</sub>“ droht. Spricht man Politiker darauf an, erhält man gern die Antwort: „Wir müssen Vorbild sein“. Trotzdem hat man noch keine Chinesen oder Inder gesehen, die sich als (vorgeblich) „letzte Generation“ aus Angst vor dem (vermeintlichen) Hitzetod auf die Straße kleben. Wie kann das sein? Ist die „Deutsche Welle“ in China und Indien etwa nicht zu empfangen?

Ohne CO<sub>2</sub> gäbe es kein Leben auf der Erde, wie wir es kennen. Denn CO<sub>2</sub> ist das essentielle Lebensgas zur Photosynthese der Pflanzen. Es ist der natürliche CO<sub>2</sub>-Kreislauf, gespeist u.a. aus Millionen unterseeischer Vulkane, der die Photosynthese und damit das Leben auf der Erde aufrechterhält. Die natürlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen (lt. IPCC) ca. 96 % der gesamten Emissionen und der menschengemachte (anthropogene) Anteil nur ca. 4 %. In Gigatonnen pro Jahr (Gt/a) sind dies ca. 36 Gt/a. weltweit. Die Anteile einiger Länder sind:

- Deutschland ca. 0,8 Gt/a
- China ca. 10,5 Gt/a
- Indien ca. 2,5 Gt/a

CO<sub>2</sub> ist nicht das einzige sogenannte „Treibhausgas“. Physikalisch betrachtet, sind dies Infrarot-aktive Gase (IR-aktiv) der Atmosphäre, nämlich: Wasserdampf (H<sub>2</sub>O), Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>), Distickstoffmonoxid (N<sub>2</sub>O), Methan (CH<sub>4</sub>) und Ozon (O<sub>3</sub>). Wobei nicht CO<sub>2</sub>, sondern Wasserdampf das stärkste „Treibhausgas“ ist. Der CO<sub>2</sub>-Gehalt der Atmosphäre beträgt aktuell ca. 0,04 % (400 ppm). Fotos von qualmenden Schornsteinen, die medial in Verbindung mit CO<sub>2</sub> gebracht werden, zeigen nicht CO<sub>2</sub>, sondern im Gegenlicht fotografierten Wasserdampf. Denn CO<sub>2</sub> ist farblos, geruchlos und transparent.

### **Auf Bierdeckel 8 notieren wir:**

CO<sub>2</sub> ist das essentielle Lebensgas zur Photosynthese der Pflanzen. Diese wachsen besser und brauchen weniger Wasser bei mehr CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre. Bei zu wenig CO<sub>2</sub> stellen C3-Pflanzen am Konversionspunkt (ca. 150 ppm) die Photosynthese ein. Haben wir einen beängstigend hohen CO<sub>2</sub>-Gehalt in der Atmosphäre? Nein, wir haben einen erdgeschichtlich

niedrigen CO<sub>2</sub>-Gehalt, der nahe am Konversionspunkt lag. Die CO<sub>2</sub>-Gehalte waren erdgeschichtlich meist viel höher. Die natürlichen CO<sub>2</sub>-Emissionen betragen ca. 96 %, die anthropogenen ca. 4 %. Davon China ca. 10,5 Gt/a, Indien ca. 2,5 Gt/a, Deutschlands ca. 0,8 Gt/a. Für China und Indien ergeben sich (als Entwicklungsländer) aus dem Pariser Klimaabkommen keine Verpflichtungen zur CO<sub>2</sub>-Reduzierung. Sie erhalten aber Geld aus einem Klima-Fond, in den Deutschland einzahlt. Fotos auf denen angeblich CO<sub>2</sub> zu sehen ist, zeigen Wasserdampf im Gegenlicht. Wir betreiben „Klimaschutz“ um Vorbild zu sein, sagen Politiker. Und verweisen dabei auf eine Art „CO<sub>2</sub>-Thermostat“, mit dem man das Klima einstellen könne. Wobei die gleichen Leute, die (vorgeblich) das Klima auf 100 Jahre vorhersagen können, bei der Wetterprognose für 14 Tage oft versagen. Dabei ist doch Klima der Durchschnitt von Wetter über 30 Jahre.

#### **Fazit:**

Man bilde sich zum Thema „Klimaschutz“ durch Windräder eine eigene Meinung aufgrund umfassender Informationen. Denn die eigentliche Frage ist nicht, gibt es einen Klimawandel. Den gab es in der Erdgeschichte immer, und oft sehr heftig. Die Frage ist, was bewirkt wie viel mehr an CO<sub>2</sub> in der Atmosphäre? Die Antwort ist: recht wenig. Denn dies ist eine Frage der Sättigung der IR-Absorption von CO<sub>2</sub> und damit eine Frage der Physik. Und folglich ein weiteres Thema. Als Ausblick hier eine wissenschaftliche Arbeit zum Thema für Freunde wissenschaftlicher Literatur: **Dependence of Earth's Thermal Radiation on Five Most Abundant Greenhouse Gases** - W. A. van Wijngaarden and W. Happer

<https://arxiv.org/pdf/2006.03098.pdf>

**Anmerkung:** Es lohnt einen Blick auf diese Veröffentlichung zu werfen, und sei es um zu erkennen wie es aussieht, wenn sich zwei, auf dem Gebiet der Optik und Spektroskopie, renommierte Physiker mit dem Thema „Klimasensitivität“ von CO<sub>2</sub> auseinandersetzen. Gleichzeitig eröffnet dies einen bezeichnenden Blick hinter die Kulissen des internationalen Klima-Zirkus. Dr. William Happer ist emeritierter Professor der Princeton University, er verwaltete in den 1990-ern ein Milliarden-Budget im US-Energieministerium für Belange der nationalen Sicherheit. Wenn es z.B. um die Erkennung von Raketenstarts auf der anderen Seite des Globus (erkennbar an Infrarot-Strahlung) ging, galt er als Spezialist für Optik und Spektroskopie, denn sonst wäre er nicht in diese Position gekommen. Als er aber seine Kenntnisse nutzte, um das Narrativ der Klima-Katastrophe durch die Infrarot-Absorption von CO<sub>2</sub> infrage zu stellen, geriet er in die Kritik von Politikern und Klima-Aktivisten (nachzulesen im engl. Wikipedia). Happer nimmt dies gelassen und zeigte in einem Vortrag, wie im Buch „Our Choice To Save The Planet“ von Klima-Pabst, und daher Friedens-Nobelpreisträger, Al Gore ein Foto der NASA so gefälscht wurden, dass „störende“ Wolken verschwanden und sich Hurrikane entgegen der Corioliskraft in die falsche Richtung drehen (ab ca. 04:00). Dr. Happer meint, dies sei das Niveau der öffentlichen Klima-Debatten.

#### **Princeton's William Happer rebuts myth of carbon pollution**

<https://www.youtube.com/watch?v=M8iEEO2UIbA>

Und für Physiker und Chemiker, die wissen, was eine Planck-Kurve und eine Schwarzschild-Kurve ist, seine Erklärung, warum selbst eine Verdoppelung von CO<sub>2</sub> kaum einen Einfluss auf das Klima hat (ab ca. 19:00). **Thinking About Climate Change: Will Happer, PhD**

<https://www.youtube.com/watch?v=4n-gfeoJ-W0>

Die Vorträge sind in englischer Sprache verfasst. Zu Beginn wird die Vitae von Dr. Happer vorgestellt. Ich hatte im letzten Jahr bei einer EIKE Klima-Konferenz in Gera die Gelegenheit mit ihm zu sprechen, da er dort einen Vortrag hielt. Zusätzlich zu dem widrigen „Corona-Infektionsschutz-Programm“ spielte sich eine völlig surreale Situation ab. Während drinnen mit Dr. Happer ein Physiker als Spezialist für Optik und Spektroskopie einen Vortrag hielt, protestierte draußen die Grüne Jugend aller Altersklassen und forderte „Schluss mit dem Bullshit“. Initiatorin der Proteste war die grüne Landtagsabgeordnete Laura Wahl, die von der Presse, als „Energieexpertin“ und von ihrer Kollegin Katharina König-Preuss der LINKEN

als „politische Energie- und Klimaexpertin“ bezeichnet wird. Die naturwissenschaftliche und technische Qualifikation von Laura Wahl kann man hier nachlesen.

[https://de.wikipedia.org/wiki/Laura\\_Wahl](https://de.wikipedia.org/wiki/Laura_Wahl)

Was für Zeiten! Physiker möchten tun, was ihre Berufung ist: Hypothesen diskutieren.

Während „politische Klima-Experten“ schon alles wissen und Physiker daran hindern wollen.

### Vorbereitung Bierdeckel 9:

In der Geologie werden große Ereignisse, wie Erbeben, zur Veranschaulichung mit der Explosions-Energie der Hiroshima-Bombe verglichen. Diese ist mit „60000000000000 Joules“ angegeben, oder in Zehnerpotenzen  $6 \cdot 10^{13} \text{J}$  (Joule) gleich Ws (Wattsekunden).

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

Die 2021 in Deutschland durch Windkraft generierte Energie betrug 131,7 TWh, dies sind  $4,74 \cdot 10^{17}$  Ws. Damit entspricht die durch Windkraft der Atmosphäre über Deutschland entzogene Energie etwa 7.902 Hiroshima-Bomben pro Jahr. Dies wären fast 22 Hiroshima-Bomben pro Tag, nicht als Eintrag, sondern als Entzug von Energie. Abgesehen von den bekannten negativen Umwelteinflüssen der Windkraft, 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 der Niederschläge durch Verminderung des Luftdruckes, sind weitere Berechnungen erforderlich.

### Berechnung Bierdeckel 9:

$131,7 \text{ TWh} = 131,7 \cdot 10^{12} \text{ Wh} \cdot 60 \text{ min} \cdot 60 \text{ s} = 4,74 \cdot 10^{17} \text{ Ws}$

$4,74 \cdot 10^{17} \text{ Ws} / 6 \cdot 10^{13} \text{ Ws} = 7,9 \cdot 10^3 = 7.902 \text{ Hiroshima-Bomben pro Jahr}$

$7.902 / 365 = 21,6 \text{ Hiroshima-Bomben pro Tag}$

**Vorbereitung Bierdeckel 10:** Windkraft und Photovoltaik benötigen einen konventionellen Kraftwerkspark, der die Stromversorgung auch alleine sichern könnte. Sofern er nicht wegen der gesetzlichen Vorranginspeisung von Wind- und Solarstrom zum Herunterfahren gezwungen würde. Die u. g. Abbildung zeigt die Stromerzeugung und den Stromverbrauch (Last) des letzten Jahres. Die Grafiken sind für beliebige Zeiträume auf der Website der Agentur „Agora-Energiewende“ darstellbar. Von unten nach oben wird gezeigt: Stromerzeugung aus Biogas (grün), Wasserkraft (hellblau), Wind Offshore (dunkelblau), Wind Onshore (blau), Photovoltaik (gelb), konventionelle Kraftwerke (dunkelgrau). Die rote Linie oben ist der schwankende Stromverbrauch (Last), dargestellt als Leistung in GW. Diese „Last“ ist das Maß der Dinge, denn die Stromerzeuger müssen in Summe zu jedem Zeitpunkt die Leistung generieren, welche durch die Last (Verbrauch) vorgegeben wird. Geschieht dies nicht, läuft die Netzfrequenz aus dem Ruder (Soll: 50 Hz +/- 0,2 Hz), was das Stromnetz destabilisiert.

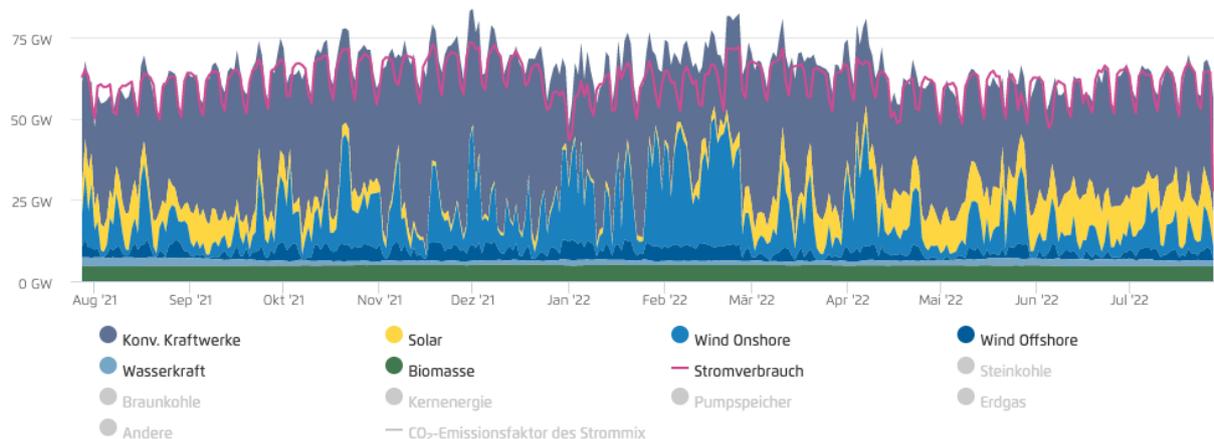


Bild-Zitat: [https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power\\_generation/28.07.2021/28.07.2022/today/](https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation/28.07.2021/28.07.2022/today/)

Die Einspeisungen aus Biogas und Wasserkraft sind überschaubar und vor allem relativ stabil. Die Einspeisung durch volatilen Windstrom Offshore schwankt stark, je nach Wetterlage, ist aber von der Leistung her noch überschaubar. Bis dahin wäre es für die konventionellen Kraftwerke (dunkelgrau) unproblematisch, durch Anpassung (Regelung) ihrer Leistung die Differenz zur Last auszugleichen. Auch weil ihnen in Summe genügend positive und negative Regelleistung verbleibt. (Anmerkung: Es sei hier nicht das Problem betrachtet, dass die Einspeisung durch Windstrom Offshore nur im Norden erfolgt. Nicht umsonst waren Kraftwerke im ganzen Land verteilt, und damit auch die Einspeisepunkte ins Netz). Das Problem sind die extrem volatilen Einspeisungen von Windstrom Onshore und Photovoltaik. Durch deren Vorrang einspeisung werden die konventionellen Kraftwerke bei viel Wind und Sonne gezwungen ihre Leistung stark zu drosseln und diese andererseits beim Ausbleiben von Wind und/ oder Sonne, stark zu steigern.

**Fazit:**

Volatile, wetterabhängige Stromeinspeisung durch Wind- und Solaranlagen kommen nicht ohne konventionelle Kraftwerke aus. Die Energiewende hat damit die technisch absurde Situation geschaffen, dass Windkraft und Photovoltaik einen zweiten konventionellen Kraftwerkspark brauchen, der die Stromversorgung sichert, wenn Wind und Sonnenschein schwächeln. Andererseits dürfen Wind- und Solaranlagen völlig wettbewerbsfremd Geld verdienen, wenn konventionellen Kraftwerke per gesetzlicher Vorrang einspeisung zum „Verzicht“ gezwungen werden. Wenn nun konventionelle Kraftwerke abgeschaltet werden, steht deren Regelleistung nicht mehr zur Verfügung. Die einzige technische Möglichkeit, das Stromnetz aufrecht zu erhalten ist dann die Abschaltung von Verbrauchern, um die „Last“ zu verringern. Jedenfalls solange es die uns bisher bekannte Stromversorgung gibt (s. u.).

Ein Blick in die (baldige?) Zukunft. Deren Zauberwort heiß „Demand Side Management“ (DSM). Hinter diesem Anglizismus verbirgt sich eine Überraschung für die Stromkunden. Diese sollen „kochen, wenn die Sonne scheint und Wäsche waschen, wenn der Wind weht“. Ansonsten gibt es im Fall der Fälle keinen Strom. Dafür sorgt der „Intelligente fernsteuerbare Stromzähler“, den auch private Haushalte auf eigene Kosten einbauen müssen. Das Demand Side Management verwaltet (Management) die den Strom anfordernde Stelle (Demand Side), wie etwa von Privathaushalten, und findet heraus, wer Strom erhalten darf, und mit welcher Leistung und zu welchem Preis. Damit endet dann die Ära, in der wir arglos irgendeinen Schalter betätigen konnten, und es wurde Licht, eine Waschmaschine lief an oder ein Staubsauger. Dem setzt DSM ein Ende. Lassen wir die Fantasie walten. Damit entfällt in der o. g. Grafik die rote Linie der Last und auch die konventionellen Kraftwerke sind dann weg. Was übrig bleibt ist die Zackenlinie der volatilen Einspeisung von Wind- und Solarstrom. Diese ist fortan das Maß der Dinge. Das Stromnetz wird stabil gehalten, indem nicht mehr die Kraftwerke ihre Leistung dem Bedarf (Last) anpassen, sondern indem unser Stromverbrauch der wetterbedingen Stromerzeugung angepasst wird. Dies wird die „Künstliche Intelligenz“ (KI) aus der Microsoft Cloud übernehmen (s. u. Prof. Klaus Schwab, Chef des WEF-Davos „Die vierte Industrielle Revolution“). Wenn die KI entscheidet, dass Fam. Muster sich stets korrekt verhalten hat, bekommt ihr „Intelligenter Stromzähler“ die Freigabe für eine höhere Leistung und ermöglicht dann neben dem abendlichen Empfang von ARD und ZDF auch, dass die Waschmaschine anlaufen darf, in der die Wäsche seit zwei Wochen auf besseres Wetter (viel Wind und Sonne) wartet. Der Akku des E-Autos von Fam. Muster wurde selbstredend während der Dunkelflaute entladen und ist nun leer. Eine Trennung des E-Autos vom Netz wäre unsolidarisch und außerdem hätte dies der „Intelligente Stromzähler“ bemerkt und an die KI der Microsoft Cloud gemeldet. Doch Fam. Muster hat alles richtig gemacht, und so entscheidet die KI vom DSM, dass auch der Akku des E-Autos wieder geladen werden darf. Schöne neue Welt der totalen Kontrolle durch „Die vierte industrielle Revolution“. Aber keine Bange, das Marketing wird uns dies als „alternativlos“ verkaufen. Weshalb sollten wir auch unsolidarisch sein und nicht unseren Beitrag zur Rettung vor der Klima-Katastrophe

leisten? Wird nicht seit Menschengedenken von berufener Stelle erfolgreich mit der Hölle gedroht? So wird nicht nur die Atemluft mittels CO<sub>2</sub> besteuert, auch der Strom ist schon zum Luxusgut geworden. Ist das nicht sehr weit hergeholt und maßlos übertrieben?

2020 verkündete Kanzlerin Dr. Angela Merkel vor dem Weltwirtschaftsforum WEF-Davos nichts Geringeres als eine „**Transformationen von gigantischem historischem Ausmaß**“  
<https://www.n-tv.de/wirtschaft/Klimaschutz-ist-fuer-Merkel-eine-Existenzfrage-article21528754.html>

Was kann es Größeres geben, als „Klimaschutz“ zur Existenzfrage für die Welt zu erklären? Und was folgt daraus? Dazu sei die Kanzlerin aus dem o. g. N-TV Artikel zitiert: „Der Auftrag, unter 1,5 Grad zu bleiben, bedeute "nicht mehr und nicht weniger" für Europa, als dass man bis 2050 "klimaneutral" sein müsse. Das bedeutet, unterm Strich keine Treibhausgase mehr auszustoßen und nicht vermeidbare Emissionen auszugleichen.“

Man sollte der Kanzlerin stets genau zuhören. Denn das Fazit lautet: „Klimaschutz“ ist zwar eine Existenzfrage für die Welt, doch nur Europa wird von der Kanzlerin erwähnt, wenn es um Verpflichtungen geht. Den größten CO<sub>2</sub>-Emittenten China erwähnte die Kanzlerin nicht. Heißt das, zwar ist die Welt bedroht, doch nur Europa betreibt „Klimaschutz“? „Dabei wurde die „Transformationen von gigantischem historischem Ausmaß“ vor dem Weltwirtschaftsforum WEF-Davos verkündet. Geht es in Davos um die Wirtschaft Europas oder der Welt? Wäre es nicht die Aufgabe von Journalisten, dies zu bemerken und zu fragen, was wohl Xi Jinping gesagt hätte, wäre dort „China“ genannt worden? Doch ist das nicht Wortklauberei?

Nur ein Jahr zuvor hatte eine schulstreikende Jugendliche der gleichen „Milliardärs-Elite“ in Davos, die 2020 Kanzlerin Merkel zuhörten, erklärt, dass es eine Klima-Krise gibt und man ihr die Jugend gestohlen habe. Die Menschen waren gerührt, vor allem die Deutschen. Und so wurde der „Green New Deal“ mit dem Ausbau der „Erneuerbaren“ von EU-Chefin Ursula von der Leyen verkündet. Auch Prof. Klaus Schwab, Gründer und Chef des WEF-Davos kümmert sich um die Belange der Welt und kann sich dabei auf seine „Jungen Globalen Führer“ (Young Global Leader) stützen, zu denen auch Angela Merkel und Ursula von der Leyen gehören. Klaus Schwab erklärt stolz, wer noch dazu gehört und, dass mehr als die Hälfte der Kabinette mit den Young Global Leaders des WEF-Davos „penetriert“ wurden.  
**KLAUS SCHWAB: WE PENETRATE THE GLOBAL CABINETS OF COUNTRIES WITH OUR WEF YOUNG GLOBAL LEADERS** (in Englisch, aber kurz und verständlich)

<https://www.bitchute.com/video/Md4l9RsMwxr5/>

Wenigstens erwähnt er noch Justin Trudeau (Kanada) und indirekt auch Emanuel Macron. Annalena Bearbock erwähnt er leider nicht. Vielleicht, weil sie noch in der Ausbildung beim WEF ist? Dennoch können wir Prof. Klaus Schwab sehr dankbar sein, dass er vor großem Publikum erklärt, wie die Weltpolitik funktioniert. Überhaupt denken und gestalten Klaus Schwab und das WEF die Zukunft der Menschheit (Zitat): „Die Zukunft passiert nicht einfach so, die Zukunft wird von uns gestaltet, von einer mächtigen Gemeinschaft wie der Ihren hier in diesem Raum.“ Dann spricht er von der Verantwortung der globalen Aktionäre (Stakeholder) für größere Communities. Sind damit die Länder mit den „penetrieren Kabinetten“ gemeint?

### **Schwab-Rede in Davos 2022**

<https://whiskeytangotexas.com/2022/05/23/klaus-schwab-speaks-at-davos-the-future-is-built-by-us/>

Anmerkung: Leider war die Rede nicht mehr auf dem u. g. Twitter-Link verfügbar.

<https://twitter.com/WallStreetSilv/status/1528683657925472256>

Sodass auf den ersten o.g. Link zurückgegriffen werden musste. Ich bitte deshalb den etwas groben texanischen Fluch am Ende des Videos zu entschuldigen.

Klaus Schwab der auch gern die Neue Weltordnung (NWO – New World Order) verkündet, ist auch ein Marketing-Genie und hat ein Werbevideo herausgebracht, dass die Menschen überzeugen soll, schon 2030 nichts mehr zu besitzen, und dabei und glücklich zu sein. Menschen, die alle Verantwortung für ihr Leben dem Staat überlassen möchten, werden wohl

in der Tat glücklich darüber sein? Wer nichts besitzt, zahlt keine Preise für Strom und Gas. Klaus Schwab & Co. besitzen dann alles und zahlen auch die Rechnungen an ihre Konzerne?

### **2030 - Du wirst nichts besitzen und Du wirst glücklich sein**

<https://www.youtube.com/watch?v=4zUjsEaKbkM>

Ist es nicht verwunderlich, dass es zu den Initiativen des WEF-Davos, die Welt zu verbessern, noch keinen Brennpunkt der ARD gab? Wie sonst soll denn die Werbung von Klaus Schwab und des WEF-Davos flächendeckend unter die Leute gebracht werden?

### **Bierdeckel 11: Volatiler Wind- und Solarstrom destabilisieren das Stromnetz.**

Doch noch haben wir ein paar konventionelle Kraftwerke und die „Intelligenten Stromzähler“ sind noch nicht flächendeckend installiert. Man schaue auf der X-Achse in der Grafik, etwas rechts von „Okt 21“. Dort ist ein starker Rückgang der Leistung der volatilen Einspeiser (Wind Offshore, Wind Onshore, Photovoltaik) zu sehen. Die konventionellen Kraftwerke (dunkelgrau) müsse in vollem Umfang bis zur Last (ca. 70 GW) die nicht vorhandene Wind- und Solarleistung kompensieren. Biogas und Wasserkraft leisten zusammen weniger als 10 GW. Nun schaue man auf der X-Achse auf „Jan 22“, diese ist der Jahreswechsel 2021/22. Der Verbrauch (Last) ist viel geringer als sonst und der Bedarf wird kurzzeitig durch die „Erneuerbaren“ gedeckt. Zwar können Gasturbinenkraftwerke ihre Leistung schnell auf „Null“ fahren (wie Flugzeugtriebwerke), nicht jedoch jene Kraftwerke, die eine Dampfturbine als Stromerzeuger nutzen. Die Hunderte Tonnen schweren Turbinen und Generatoren bräuchten nach einer Abschaltung Tage, um wieder auf ihre 3.000 Umdrehungen pro Minute (50 Hz) zu kommen. Ihre rotierenden trägen Massen sind die „Sekundenreserve“, um die Netzfrequenz stabil zu halten. Kohlekraftwerke mit Ihren großen Feuerungsanlagen und Tausende Tonnen schweren Dampferzeugern kann man nur bei wochenlangen Wartungsarbeiten abschalten. Den Strom den diese, nicht unterhalb einer bestimmten thermischen Mindestleistung betreibbaren Wärmekraftwerke liefern, kann man dann ggf. zu „negativen Strompreisen“ ins Ausland verklappen, sofern dieser dort willkommen ist. Polen hat schon Phasenschiebertransformatoren an den Übergabepunkten, um sich gegen nicht willkommene Stromverklappung der deutschen Energiewende zu wehren. Wenn der Strom, solcher auf Mindestleistung laufender Kraftwerke nirgends abgenommen wird, bleibt nur noch die Möglichkeit, den überflüssigen Dampf abzublasen. Dabei wird selbstredend Brennstoff verfeuert und CO<sub>2</sub> erzeugt. Da diese „Kollateralschäden der Energiewende“ ebenso wenig in den CO<sub>2</sub>-Milchmädchenrechnungen der Windkraft-Lobby auftauchen, wie auch die CO<sub>2</sub>-Emmissionen der chinesischen Stahlproduktion für Windräder, ist die virtuelle Welt der Energiewende in Ordnung. Jedoch wird vom polit-medialen Komplex gern behauptet, „Kohlestrom verstopft das Netz“. So wusste auch „Miss Energiewende“, Frau Prof. Claudia Kemfert, von einem „Molekülstau im Netz“ zu berichten.

<https://www.tichyseinblick.de/kolumnen/lichtblicke-kolumnen/claudia-kemfert-chefideologin-der-energiewende/>

Es ist einfach unfassbar, Moleküle in einem metallischen Leiter, für eine Verstopfung des Stromtransportes verantwortlich zu machen, in dem Elektronen, die nichts verstopfen können, den Strom transportieren. Diese Vorstellung zeugt vom technischen Bildungsstand, der von Politik und Presse berufenen „Energieexperten“. Doch der öffentliche Aufschrei blieb auch hier aus. Die Deutsche Physikalische Gesellschaft (DPG) und der Verband Deutsche Ingenieure (VDI) hüllen sich in solchen Fällen, politisch korrekt, in Schweigen. Albert Einstein und James Clerk Maxwell (der mit den Maxwell Gleichungen der Elektrotechnik) rotieren derweil wegen dem geistigen Zustand der „Nation der Dichter und Denker“ im Grabe. Darf Prof. Claudia Kemfert durch die Mainstream-Medien etwa nicht kritisiert werden? Ebenso wenig, wie die anderen Mitglieder des elitären „Club of Rome“? Schließlich verbreitet dieser seit Jahrzehnten Panik-Meldungen, wie jene vom „Ende des Erdöls“ im Jahre 2000. Und was macht Deutschland 2022? Es will Erdöl importieren, jedoch kein russisches.

Doch zurück zur Elektrotechnik. Die o. g. Grafik zeigt die vielen und oft spitzen „Zacken“ der Einspeisung von Wind- und Solarstrom. Die Konventionellen Kraftwerke (dunkelgrau) müssen praktisch alles von 10 GW bis zur jeweiligen Last (zwischen 50 – 80 GW) durch Hoch- und Herunterfahren ausgleichen. Man nennt dies positive und negative Regelleistung, zu der Windkraft und Photovoltaik nicht fähig sind, bzw. nur durch Abschalten der Anlagen (negative Regelleistung). Je höher und steiler die „Zacken“ sind, umso schneller müssen die Konventionellen Kraftwerke ihre Leistung ändern, wozu sie technisch nur bedingt fähig sind. Am schnellsten können Pumpspeicher (PSW) ihre Leistung ändern, doch reicht deren Leistung von zusammen ca. 6,5 GW bei weitem nicht aus. <https://www.speicherbranche.de/ausbau/pumpspeicherkraftwerke>

Die Geschwindigkeit, mit der Kraftwerke ihre Leistung ändern können, ist der Gradient der Regelleistung. Dieser ist je nach Kraftwerkstyp sehr unterschiedlich. Gasturbinen haben neben PSW den höchsten Regel-Gradient. Doch hat man in Deutschland den „Gasnotstand“ ausgerufen, den man sofort beenden könnte, wenn man den Gashahn von Nordstream-2 öffnet. Dies ist politisch nicht gewollt und hat den Nebeneffekt, dass man ganz auf den schnellen Ausbau der „Erneuerbaren“, vor allem der Windenergie setzen kann. Wie die volatile Stromeinspeisung von Windkraft aussieht, zeigt die o. g. Grafik. Auch, was der schnelle Ausbau der Photovoltaik bewirkt, zeigt die o. g. Grafik recht eindrucksvoll. Im Winterhalbjahr steht die Sonne zu tief, um einen nennenswerten Beitrag zur Stromversorgung zu liefern. Eventuell kommt dann auch noch Schnee auf den Solarmodulen hinzu. Dafür sind die „Zacken“ der Windstromeinspeisung im Winter am höchsten, wie auch der Strombedarf. Da man vor allem Braunkohlekraftwerke nur langsam hochfahren kann, um positive Regelleistung zu generieren, bleibt im Fall der Fälle nur das Abschalten von Großverbrauchern, Lastabwurf genannt. Dies ist dann die einzige Möglichkeit, um den Zusammenbruch der Stromversorgung (Blackout) zu verhindern. Nach welchem es Tage und Wochen dauern kann, um die Stromversorgung durch zum „Schwarzstart“ fähige Kraftwerke (wie PSW) wieder aufzubauen. Denn auch Kohlekraftwerke brauchen zum Wiederaufstart Strom für ihre Aggregate. Wie der Lastabwurf in der Metallurgie und vor allem bei den Aluminium-Hütten geht, wird hier in einem der sehr seltenen Presseartikel beschrieben.

### **Kein Wind, keine Sonne - Der Tag, an dem der Strom knapp wurde**

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

Zum Brandbrief des Chefs von Hydro-Aluminium an die Kanzlerin gab es keinen Brennpunkt der ARD. Wo also könnte die Aluminium-Industrie ihre neuen Standorte wählen? Wie wäre es mit Ungarn? Dort gibt es den Rohstoff Bauxit, man baut dort zwei neue Kern-Kraftwerke, es gibt keinen Gasnotstand und der Strompreis beträgt einen Bruchteil des unseren. Will die deutsche Politik, dass die Industrie ins Ausland abwandert?

### **Schlussfolgerungen**

Zu Windkraft und Energiewende ergeben sich Fragen über Fragen, an denen wohl die meisten Menschen scheitern, oder keine Lust haben sie selbst zu beantworten. Deshalb lauscht man den Stimmen aus dem TV, um Antworten zu erhalten. Unvermeidlich werden dabei Denkraster gesetzt, welche durch Journalisten vorgegeben werden. Man nennt dies Framing und die ARD hat sich sogar ein Handbuch dazu erstellen lassen (Framing-Manual). Und die Journalisten haben sich all die Dinge, die sie verkünden selbst erarbeitet? Oder haben sie die Antworten von anderen Journalisten und die haben sie von Politikern und die wiederum von Journalisten. Und die haben das Wissen von „Experten“ aus Talk-Shows und Instituten, die es ohne staatliche Finanzierung nicht gäbe? Aus solch einem polit-medialen Konglomerat entstehen unweigerlich Echokammern. Oder kennt jemand ein einziges Institut oder ein einziges Forschungsprojekt, das staatlich gefördert, die Resultate von Windkraft und Energiewende hinterfragen soll? Genau dies aber wäre Aufgabe der Wissenschaft und von Journalismus. Da jedoch nichts öffentlich hinterfragt wird, haben sich die Narrative fest in der

veröffentlichten Meinung verankert. Hier sind einige davon. Anregungen zur Rückfrage stehen in Klammern.

- Was ist denn die Alternative zur Windkraft? (was macht denn der Rest der Welt?)
- Wir müssen auf „Erneuerbare Energien“ umsteigen. (haben diese das Potential dazu?)
- Die „fossilen“ Energieträger gehen bald zur Neige. (wann genau, geht was zu Ende?)
- CO<sub>2</sub> ist Umweltgift und führt zur Klima-Katastrophe. (brauchen Pflanzen nicht CO<sub>2</sub>?)
- Deshalb müssen wir die CO<sub>2</sub>-Emissionen reduzieren. (auch China und Indien usw.?)
- Kernenergie ist keine Alternative, sie ist gefährlich und braucht Endlager für Mio. Jahre. (kann der BN-800 Reaktor in Belojarsk/ Russland auch mit Atommüll betrieben werden?)

Stimmen diese Thesen/ Narrative, weil sie medial so oft wiederholt werden? Oder wurden sie deshalb zur vermeintlichen Wahrheit, weil sie so oft wiederholt wurden? Wäre es nicht die Aufgabe der Wissenschaft stets alle Thesen/ Narrative zu hinterfragen? Egal wie oft sie wiederholt wurden? Könnte es nicht sein, dass neben technischen Belangen auch wirtschaftliche Motive oder eine politische Agenda hinter den Thesen und Narrativen stehen?

Doch wie kann man sich selbst diese Fragen beantworten? Mit einfachen Berechnungen auf einigen Bierdeckeln kann man den Antworten zumindest näherkommen. Und man kann Anregungen zum Selberdenken finden und geben. Dazu braucht es keine komplizierten physikalischen Formeln. Was es braucht, ist eine logische Herangehensweise, wie sie der Physik zu Grunde liegt. Denn oft reicht eine simple Rechnung nach dem Dreisatz.

Voraussetzung ist, dass man ein paar grundlegende Begriffe benutzt und unterscheidet, wie:

- Energie und Leistung
- Energiedichte und Leistungsdichte
- Wirkungsgrad
- Energieerntefaktor

Das Schlusswort aber hat Ex-Wirtschaftsminister Sigmar Gabriel (SPD). Er sagte 2014 einer Kasseler Zeitung: „Die Energiewende steht kurz vor dem Aus. Die Wahrheit ist, dass wir auf fast allen Feldern die Komplexität der Energiewende unterschätzt haben. Für die meisten anderen Länder in Europa sind wir sowieso Bekloppte.“ Siehe Bierdeckel 12.

### **Energiewende vor dem Aus?**

<https://www.lokalo24.de/lokales/kassel/energiewende-aus-7079780.html>

Doch er wurde nicht erhört, weder von der Kanzlerin, noch von seiner Partei, noch vom polit-medialen Komplex. Braucht es wirklich erst einen furchtbaren Blackout, der uns binnen einer Woche ins Mittelalter und binnen zwei Wochen in die Steinzeit versetzt, bis Fragen von Energiewende und Windkraft nicht mehr in Talk-Shows zwischen Politikern, Journalisten und „politischen Energie- und Klimaexperten“ diskutiert werden, sondern von Fachleuten mit nachweislicher Berufserfahrung (peer-reviewed) in der Fachpresse?

### Disclaimer

Auf die Inhalte verlinkter Seiten hat der Autor keinen Einfluss und kann dafür keine Haftung übernehmen. Der Artikel soll Anregungen zum Selberdenken geben. Denken ist eine Tätigkeit, die oft den Medien als „Dienstleistung“ überlassen wird, jedoch für jeden Einzelnen immer wichtiger wird. Für sachliche Kritik und Hinweise ist der Autor aufgeschlossen.

Die Ausarbeitung darf weitergegeben werden. Einzelne Berechnungen, Argumente und Links dürfen unter eigener Verantwortung und nach Überprüfung verwendet werden.

**Sapere aude! Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen.** (Immanuel Kant)