

# Energiewende, Wunsch und Wirklichkeit

Dipl.-Ing. Gerhard Artinger, VDI



## Ankündigung

Eine Energiepolitik soll darauf hinwirken, dass die Ressourcen geschont werden, auf Umwelt und Natur Rücksicht genommen und zum Wohle der Menschen beigetragen wird. Welche Wege eingeschlagen und welche Maßnahmen eingeleitet werden sollen, da gehen die Meinungen oft auseinander. Der Vortrag soll aufzeigen, welche Wünsche wir aus der Gesellschaft heraus haben und wie die Wirklichkeit aussieht. Unter anderem werden die nachfolgenden Fragen behandelt:

- Warum brauchen wir eine Energiewende?
- Welche Maßnahmen tragen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion bei?
- Kann durch Sonne und Wind das energiepolitische Zieldreieck bestehend aus Umweltverträglichkeit, Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit eingehalten werden?
- Welche Aufgaben fallen dem VDI zu?

# Inhaltsverzeichnis

Energiewende, Wunsch und Wirklichkeit.....	1
Ankündigung .....	1
Zusammenfassung.....	3
1. Warum brauchen wir eine Energiewende? .....	5
1.1 Ressourcen schonen.....	5
1.2 Aus der Kernkraft aussteigen.....	6
1.3 Weniger CO <sub>2</sub> ausstoßen .....	6
2. Welche Maßnahmen tragen zur CO <sub>2</sub> -Reduktion bei? .....	8
2.1 Treibhausgasemissionen in Deutschland .....	8
2.2 Emissionshandel.....	9
2.3 Die Mär von den vermiedenen Emissionen .....	10
3. Wie sieht die Stromversorgung heute mit Windkraft aus?.....	11
3.1 Beispielhafte Lastgänge.....	11
3.2 Lastmanagement und Kosten .....	14
3.3 Weht Wind wirklich immer irgendwo?.....	16
4. Ohne Speicher geht es nicht, mit wird es zu teuer .....	17
5. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG).....	19
6. Vergleich Kohle- mit Gaskraftwerk und BHKW .....	20
6.1 Brennstoff Kohle und Gas .....	20
6.2 Auswirkungen auf den Kraftwerkseinsatz .....	21
6.3 Ersatz eines Kohle-Kraftwerks durch viele BHKW .....	23
7. Welche Aufgaben fallen uns zu .....	24
7.1 Zusammenspiel .....	24
7.2 Die Aufgabe des VDI.....	25
8. Hinweise zur Vorträgen, Videos oder Büchern .....	26
9. Abkürzungsverzeichnis .....	27
11. Literaturhinweise .....	28

# Zusammenfassung

- Eine Energiepolitik soll darauf hinwirken, dass die Ressourcen geschont werden, auf Umwelt und Natur Rücksicht genommen und zum Wohle der Menschen beigetragen wird. Im Wesentlichen gibt es drei wesentliche Gründe, warum eine Energiewende eingeleitet werden sollte:
  1. Die fossilen Energieträger sind endlich. Sie reichen zwar noch viele Jahre bis Jahrzehnte, eine vorausschauende Energiepolitik, die Ressourcen schont und die Effizienz steigert, ist aber stets sinnvoll.
  2. Nach einem großen Seebeben vor der japanischen Küste am 11. März 2011 kam es durch die Flutwelle zu einer Reaktorkatastrophe im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi. In Deutschland führte dies durch politische Entscheidung zum sofortigen Aus für acht Kernkraftwerke und den stufenweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022.<sup>1</sup>
  3. Die Verbrennung von fossilen Energieträgern führt zu einem steigenden CO<sub>2</sub>-Anteil in der Atmosphäre, der für einen Temperaturanstieg auf der Erde verantwortlich gemacht wird. Ein wesentliches Ziel der Energiepolitik sollte also sein, den CO<sub>2</sub>-Ausstoß zu verringern.
- Rund 30.000 Windkraftanlagen mit ca. 60.000 Megawatt installierter Leistung können bisher den erhofften Beitrag zur Energiewende nicht leisten. Die volatile Einspeisung der sogenannten Erneuerbaren Energien führt dazu, dass ein Backup-System bestehen bleiben muss. Zusätzlich müssen neue Stromleitungsnetze gebaut werden und eigentlich müsste auch in neue Speichertechnologien investiert werden.
- Eine Energiewende kann nur gelingen, wenn sich die Maßnahmen innerhalb des energiepolitischen Zieldreieck aus  
**Umweltverträglichkeit, Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit**  
bewegen.
- Auf europäischer Ebene wurde 2005 ein CO<sub>2</sub>-Emissionshandelssystem (ETS)<sup>2</sup> eingeführt. Es begrenzt die Emissionen nach genau vorgegebenen Zahlen, das sogenannte Cap. Ergänzende Maßnahmen, wie sie über das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) in Deutschland eingeleitet wurden, führen nur zu einer Verlagerung des CO<sub>2</sub>-Ausstoßes auf andere Kraftwerke, andere Sektoren oder andere Länder. Das EEG sorgt nicht für mehr Klimaschutz, sondern macht ihn deutlich teurer. Die Systemkosten steigen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen stagnieren.

---

<sup>1</sup> <https://www.lpb-bw.de/energiewende>

<sup>2</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/EU-Emissionshandel>

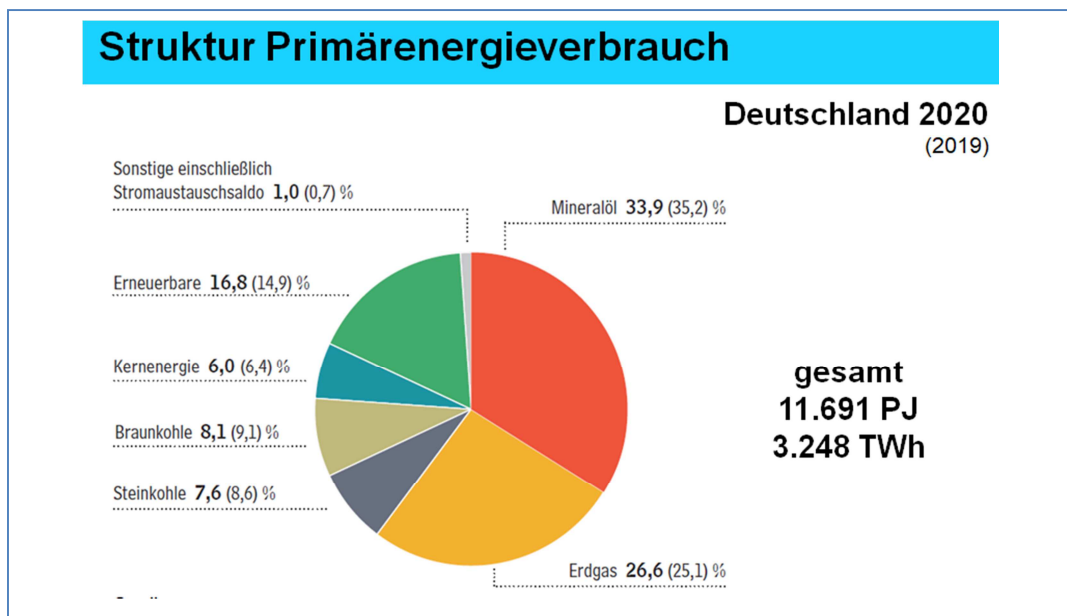
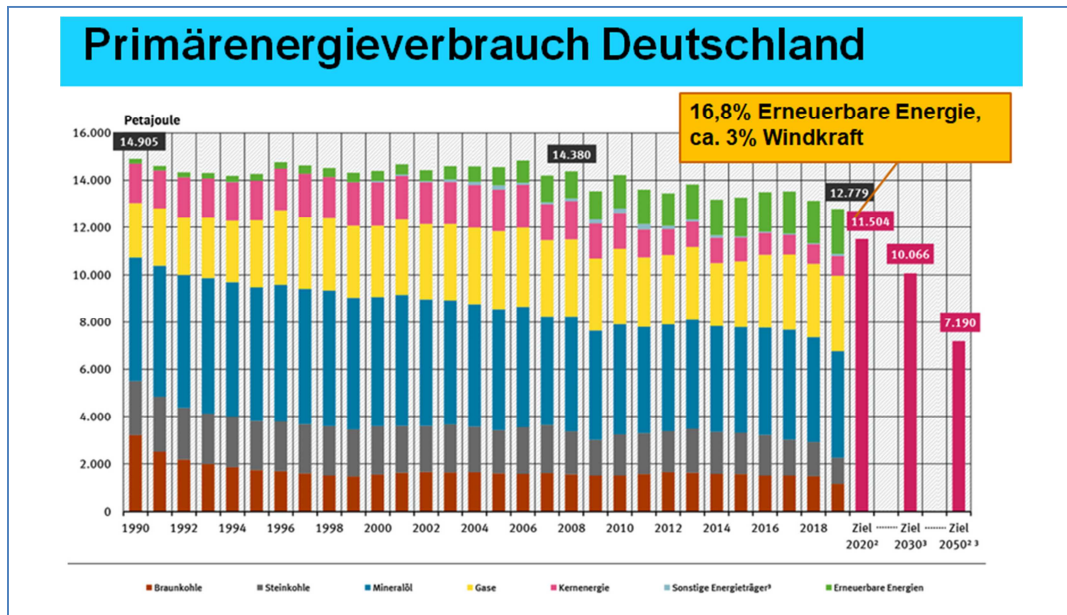
- Die CO<sub>2</sub>-Emissionen lassen sich nur reduzieren, wenn das europäische Emissionshandelssystem (ETS) konsequent angewendet, die Anzahl der Zertifikate reduziert und weitere Sektoren in den CO<sub>2</sub>-Handel eingebunden werden.
- Dem VDI fällt dabei die Aufgabe zu, die ganzen Prozesse neutral, offen, aber auch kritisch zu begleiten, damit Fehlentwicklungen verhindert und gleichzeitig Lösungen für die Probleme mit entwickelt werden können.

# 1. Warum brauchen wir eine Energiewende?

Grundsätzlich wünschen sich die Menschen, dass eine Energiepolitik darauf hinwirkt, dass die Ressourcen geschont werden, auf Umwelt und Natur Rücksicht genommen und zum Wohle der Menschen beigetragen wird.

## 1.1 Ressourcen schonen

Ressourcen schonen ist aktiver Umweltschutz. Ein Maß für die Ressourcenschonung ist der Primärenergieverbrauch. Er ist seit dem Jahr 1990, dem üblichen Bezugsjahr, von rund 15.000 Petajoule (PJ) nur langsam gesunken.<sup>3</sup> 2020 liegt er bei rund 12.000 PJ.<sup>4</sup>



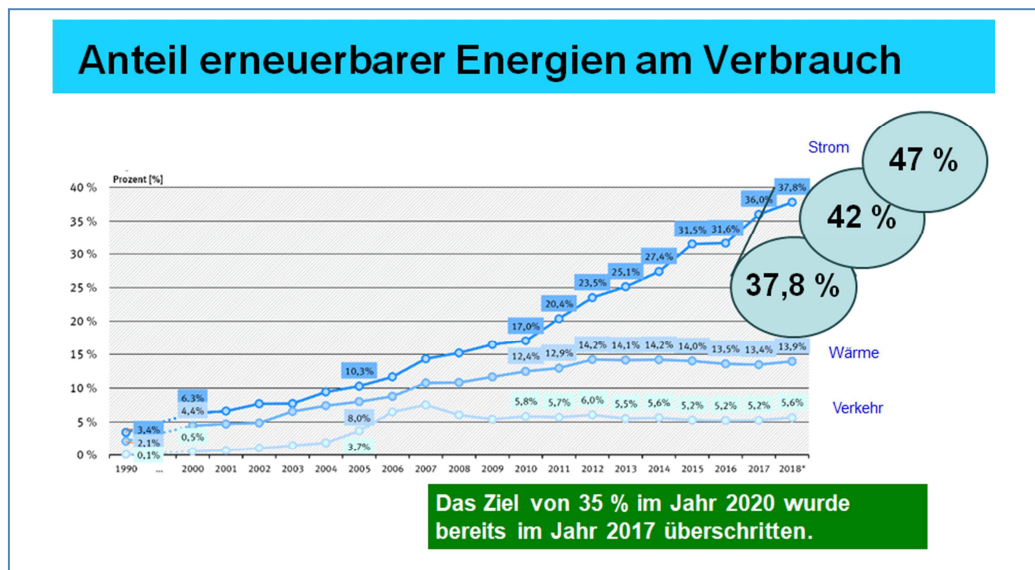
<sup>3</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergieverbrauch#textpart-2>

<sup>4</sup> Pressedienst, Energiebilanzen, 07/2020

Den Primärenergiebedarf zu reduzieren, ist uns in Deutschland also bisher nur gering gelungen. Der Anteil der erneuerbaren Energien liegt derzeit bei knapp 17 %.

Meist blickt man nur auf den Strommarkt, obwohl man von Energiewende spricht. Auf dem Strommarkt

liegt der Anteil der regenerativen Energien (Stand 2020) bei rund 47 %.<sup>5</sup>



## 1.2 Aus der Kernkraft aussteigen

Der zweite (spätere) Grund für die Energiewende ist der politisch beschlossene Ausstieg aus der Kernenergie. Nach einem großen Seebeben vor der japanischen Küste am 11. März 2011 kam es durch die Flutwelle zu einer Reaktorkatastrophe im Kernkraftwerk Fukushima-Daiichi. In Deutschland führte dies durch politische Entscheidung zum sofortigen Aus für acht Kernkraftwerke und den stufenweisen Ausstieg aus der Kernenergie bis 2022.

Eine Renaissance der Kerntechnik wird es in Deutschland wohl nicht mehr geben. Trotzdem sollte ideologiefrei über die Kerntechnik der neuesten Generation diskutiert werden dürfen. So besitzt der Dual-Fluid-Reaktor (DFR)<sup>6</sup> systembedingt eine inhärente Sicherheit, nutzt den Brennstoff viel besser aus, kann sogar alten Atommüll recyceln, was ein Endlager gegenstandslos machen könnte, und ist kostengünstiger zu bauen, da kompakter.

## 1.3 Weniger CO<sub>2</sub> ausstoßen

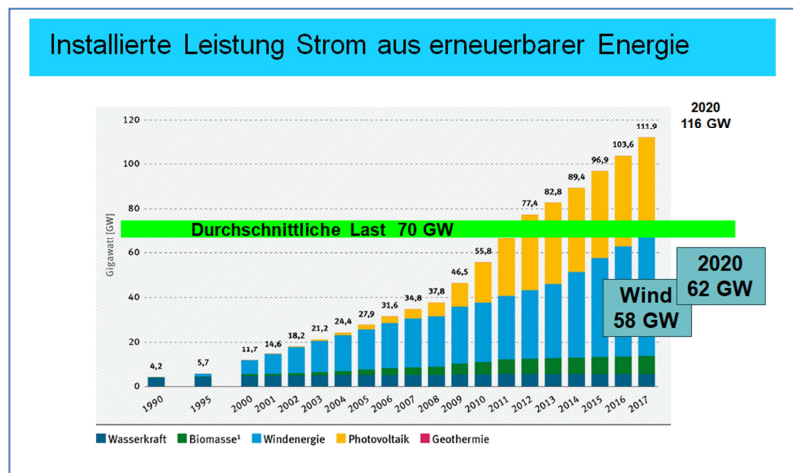
Der dritte, wesentliche Grund für eine sogenannte Energiewende ist der Wunsch, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu reduzieren. CO<sub>2</sub>-Emissionen tragen mit zur globalen Erwärmung bei. Die fossilen Energieträger sollten daher durch sogenannte regenerative oder erneuerbare Energien ersetzt werden.

<sup>5</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen#statusquo> und [https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/daten-zu-erneuerbaren-energien/Stromerzeugung\\_2017\\_Halbjahr\\_1.pdf](https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/daten-zu-erneuerbaren-energien/Stromerzeugung_2017_Halbjahr_1.pdf)

<sup>6</sup> <https://dual-fluid.com/>

Das Stromeinspeisegesetz (1991) und das 2000 beschlossene immer wieder überarbeitete Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) <sup>7</sup> sollte den Ausbau beschleunigen. Es regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen ins Stromnetz und garantiert deren Erzeugern feste Einspeisevergütungen. Der Ausbau von Wind- und Solarenergie entwickelte sich daher getrieben durch die Subventionen stark (siehe nachfolgendes Bild).<sup>8</sup> Wobei es einigen Vertretern zu langsam geht.

Seit der Versuchsanlage GROWIAN (1983 bis 1987) und Errichtung des ersten Windparks in Deutschland in der Gemeinde Kaiser-Wilhelm-Koog in Schleswig-Holstein im Jahr 1987 hat sich viel getan.<sup>9</sup> Mit der steigenden Anzahl an Windenergieanlagen (WEA) an Land steigen allerdings auch die Widerstände der Bewohner, die von Windkraft betroffen sind. Es sind die optische Bedrängung, die Zerstörung der Landschaft und die Schallbelastung vorwiegend nachts.<sup>10</sup> Aber auch die technischen Auswirkungen werden immer deutlicher.<sup>11 12</sup>



Rund 30.000 Windkraftanlagen<sup>13</sup> mit über 60.000 Megawatt<sup>14</sup> installierter Leistung sind in Deutschland Stand 2020 in Betrieb. Aber können sie den erhofften Beitrag zum Klimaschutz und zur Energiewende leisten? Dazu werfen wir zunächst einen Blick auf die CO<sub>2</sub>-Emissionen.

<sup>7</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/Erneuerbare-Energien-Gesetz>

<sup>8</sup> Grafik Umweltbundesamt, ergänzt durch Zahlen 2020  
[https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/180315\\_uba\\_hg\\_einzahlen\\_2018\\_bf.pdf](https://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/180315_uba_hg_einzahlen_2018_bf.pdf)

<sup>9</sup> Windenergiepark Westküste, [https://de.wikipedia.org/wiki/Windenergiepark\\_Westk%C3%BCste](https://de.wikipedia.org/wiki/Windenergiepark_Westk%C3%BCste)

<sup>10</sup> Georg Etschert, Geopferte Landschaften, Wie die Energiewende unsere Landschaft zerstört. Heyne Verlag, 2016

<sup>11</sup> Hans-Werner Sinn; Das grüne Paradoxon, Econ Verlag Berlin, 2008

<sup>12</sup> Frank Hennig, Dunkelflaute oder warum Energie sich nicht wenden lässt, FinanzBuch Verlag, 2017

<sup>13</sup> [http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/windmonitor\\_de/](http://windmonitor.iwes.fraunhofer.de/windmonitor_de/) und Rolf Schuster, Vernunftkraft, Stand Ende 2017  
 Deutsche WindGuard, Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland, 1. HJ 2017; installierte Leistung an Land 48.024 MW, bei 27.914 WEA.  
<https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/deutschland/> Stand Juli 2019; installierte Leistung an Land 52.931 MW bei 29.213 WEA.

<https://www.offshore-windindustrie.de/windparks> 2018 installierte Leistung offshore 6.380 MW

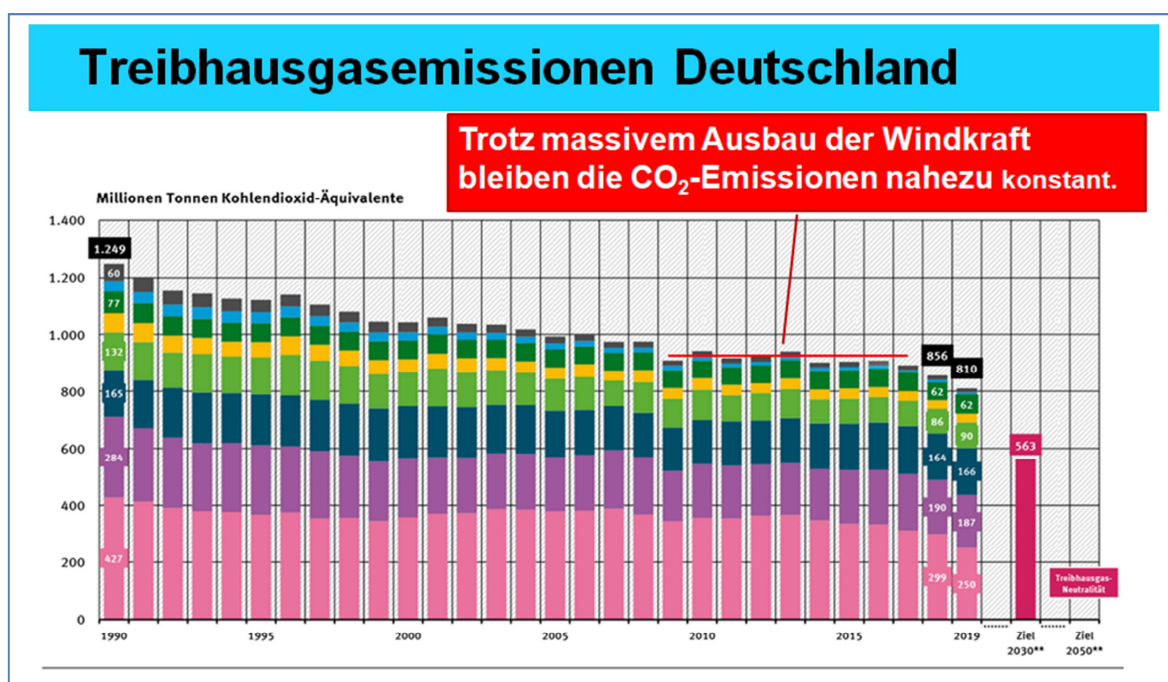
<sup>14</sup> Rolf Schuster, Vernunftkraft, Stand Dez. 2020, installierte Leistung Windkraft on- und offshore, 62.290 MW

## 2. Welche Maßnahmen tragen zur CO<sub>2</sub>-Reduktion bei?

Über fast alle Parteien hinweg herrscht Konsens, dass der CO<sub>2</sub>-Ausstoß begrenzt oder vermindert werden soll, um der möglichen Klimaveränderung zu begegnen.

### 2.1 Treibhausgasemissionen in Deutschland

Wie sich der CO<sub>2</sub>-Ausstoß in Deutschland entwickelt hat, zeigt nachfolgendes Bild.<sup>15</sup> Die Treibhausgasemissionen liegen im Jahr 1990 bei rund 1,2 Mrd. Tonnen. Zu Beginn ist der Rückgang der Emissionen noch stark durch den Umbruch in den neuen Bundesländern geprägt. Auffällig ist, dass trotz massivem Ausbau der erneuerbaren Energien die CO<sub>2</sub>-Emissionen in den Jahren 2010 bis 2017 bei rund 900 Mio. Tonnen stagnieren. Erst in den Jahren ab 2018 sinken sie wieder. Im Jahr 2020 liegen sie nach vorläufigen Angaben bei 813 Mio. Tonnen. Woran kann diese Stagnation liegen und was führt zum Absenken?



Durch verschiedene politische Entscheidungen (Anzahl der maximal ausgegebenen CO<sub>2</sub>-Zertifikate, Backlog, Marktstabilitätsreserve usw.) kommt es dazu, dass die auf dem europäischen Markt verfügbaren Zertifikate nicht ausreichend genug begrenzt wurden. Entsprechend auch in Deutschland.

<sup>15</sup> <https://www.umweltbundesamt.de/daten/umweltindikatoren/indikator-emission-von-treibhausgasen>



## 2.2 Emissionshandel

Wie kann man nun am besten den CO<sub>2</sub>-Ausstoß beschränken?

Wie kann man am besten Anreize schaffen, die Verbrennung von fossilen Stoffen zu vermindern?

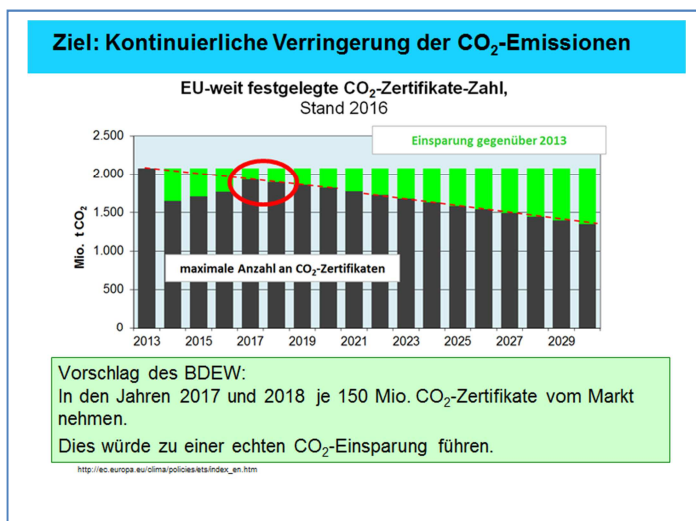
Man muss dem CO<sub>2</sub> einen Preis geben. Man muss CO<sub>2</sub> wirtschaftlich bewerten. Die Schädigung der Umwelt muss etwas kosten. Wer viel CO<sub>2</sub> in die Luft bläst, soll viel bezahlen, wer CO<sub>2</sub> einspart, soll Geld sparen. Dies geschieht durch den Treibhausgas-, den sogenannten CO<sub>2</sub>-Emissionshandel.

Durch die politischen Vorgaben wird dieses an sich effiziente Werkzeug „CO<sub>2</sub>-Emissionshandel“ nicht richtig genutzt. Wir haben europaweit das Ziel, die CO<sub>2</sub>-Emissionen zu senken. Allerdings hat man die Jahre 2014 bis 2018 vertan. Vom Jahr 2014 an wurden gemäß den politischen Vorgaben jährlich kontinuierlich eine steigende Zahl an Zertifikaten ausgegeben. Damit stieg die Möglichkeit, zusätzlich CO<sub>2</sub> zu emittieren statt einzugrenzen.

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) hatte bereits vor Jahren vorgeschlagen, für die Jahre 2017 und 2018 jeweils 150 Millionen Zertifikaten (Verschmutzungsrechte) vom Markt zu nehmen, sie also nicht zu versteigern, sondern einzubehalten. Der Vorschlag wurde nicht umgesetzt.

Entsprechend den politischen Vorgaben wurden in Deutschland von 2014 bis 2017 jährlich stets mehr statt weniger Zertifikate (EUA =European Allowances) auf den Markt geworfen. Wir Bürger vernehmen, dass CO<sub>2</sub> eingespart werden soll, tatsächlich passiert aber das Gegenteil.

Hätte man allein bei den wöchentlichen Versteigerungen z.B. im Jahr



CO <sub>2</sub> Auktionen und Ausgabe			Umwelt Bundesamt	DEHSt
	Versteigerte Menge	Gesamtausgabe	Deutsche Emissionshandelsstelle	
2020	107,43	Noch nicht veröffentlicht	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2019	127,56	268,4	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2018	172,22	317,2	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2017	196,82	345,9	Mio. t CO <sub>2</sub>	

**Ab 2018 weniger CO<sub>2</sub>-Verschmutzungsrechte ausgegeben. Dadurch tatsächlich CO<sub>2</sub> eingespart.**

CO <sub>2</sub> Auktionen und Ausgabe			Umwelt Bundesamt	DEHSt
	Versteigerte Menge	Gesamtausgabe	Deutsche Emissionshandelsstelle	
2017	196,82	345,9	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2016	160,77	314,8	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2015	143,89	302,6	Mio. t CO <sub>2</sub>	
2014	127,13	291,4	Mio. t CO <sub>2</sub>	

**Wie soll CO<sub>2</sub> eingespart werden, wenn immer mehr Verschmutzungsrechte ausgegeben werden?**

2017 die Menge um 10 % gekürzt, hätte man rund 19 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> eingespart. Dazu wäre keine einzige Windkraftanlage notwendig gewesen.

Wie an den Zahlen im obigen Bild zu sehen ist, wurden im Jahr 2018 und 2019 weniger Zertifikate versteigert als im Vorjahr. Die gesetzlichen Rahmenbedingungen wurden mit Einführung der Marktstabilitätsreserve<sup>16</sup> geändert. Nun sind die Voraussetzungen geschaffen, dass CO<sub>2</sub>-Emissionen tatsächlich sinken.

## 2.3 Die Mär von den vermiedenen Emissionen

Es wird immer wieder behauptet, durch die erneuerbaren Energien wird CO<sub>2</sub> eingespart. Tatsache ist, dass durch den europäischen Emissionshandel der Ausstoß bereits begrenzt ist. Weitere Maßnahmen führen in den Sektoren, in denen der Emissionshandel eingeführt ist, zu keinen weiteren Einsparungen. Es findet lediglich eine Verlagerung auf andere Kraftwerke, auf andere Industriebereiche, in andere Sektoren und ins Ausland statt.

Das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) sorgt nicht für mehr Klimaschutz, sondern macht ihn deutlich teurer.<sup>17</sup> Die Systemkosten steigen, die CO<sub>2</sub>-Emissionen stagnieren. Mit den Systemkosten steigen die Strompreise beim Verbraucher. Seit 1998 ist der Strompreis für den Privatkunden um 70 % gestiegen.<sup>18</sup>

### Die Mär von den vermiedenen Emissionen

BMWi, 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende, Seite 125

#### Durch erneuerbare Energien vermiedene Treibhausgasemissionen

Im Jahr 2019 wurden Emissionen von rund **201 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente** vermieden.

Auf den Stromsektor entfielen dabei **158 Millionen t CO<sub>2</sub>-Äquivalente**.

**Die CO<sub>2</sub>-Verschmutzungsrechte sind durch den Emissionshandel begrenzt (Cap). Durch die erneuerbaren Energien bleibt das Cap unverändert. Einsparung NULL**

### Wunsch: CO<sub>2</sub> aus Braunkohle reduzieren



2700 MW stilllegen gehen in die Sicherheitsbereitschaft

BMWi Pressemitteilung vom 24.10.2015

„Braunkohlekraftwerke erbringen eine Emissionsminderung von 11 bis 12,5 Mio. t CO<sub>2</sub>“



FAZ vom 26.10.2015

Teilausstieg aus der Braunkohle besiegelt  
Der Ausstoß von bis zu 12,5 Mio. Tonnen CO<sub>2</sub> soll vermieden werden.  
Gesamtkosten 1,6 Mrd. Euro.

Was bleibt vom Vorschlag der Sicherheitsbereitschaft übrig?

CO<sub>2</sub>-Einsparung: 0,0

Kosten: 1,6 Mrd. Euro,  
zahlen die Bürger mit der Stromrechnung

**Fazit: Durch das europäische Emissionshandelssystem wird der CO<sub>2</sub>-Ausstoß begrenzt! Allerdings könnten die politischen Vorgaben so geändert werden, dass dieses Werkzeug noch effizienter wirkt.**

<sup>16</sup> Weitere Infos zu Marktstabilitätsreserver unter <https://www.dehst.de/DE/Emissionshandel-verstehen/Weiterentwicklung/Ueberschuesse-MSR/ueberschuesse-msr-node.html>

<sup>17</sup> Gutachten der Expertenkommission Forschung und Innovation, 2014, Seite 52, <http://www.e-fi.de/gutachten.html>; Jahresgutachten 2016/2017 des Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung, Nov. 2016;

<sup>18</sup> <https://www.wechselpilot.com/magazin/strom/strompreisentwicklung-prognose-2019/>

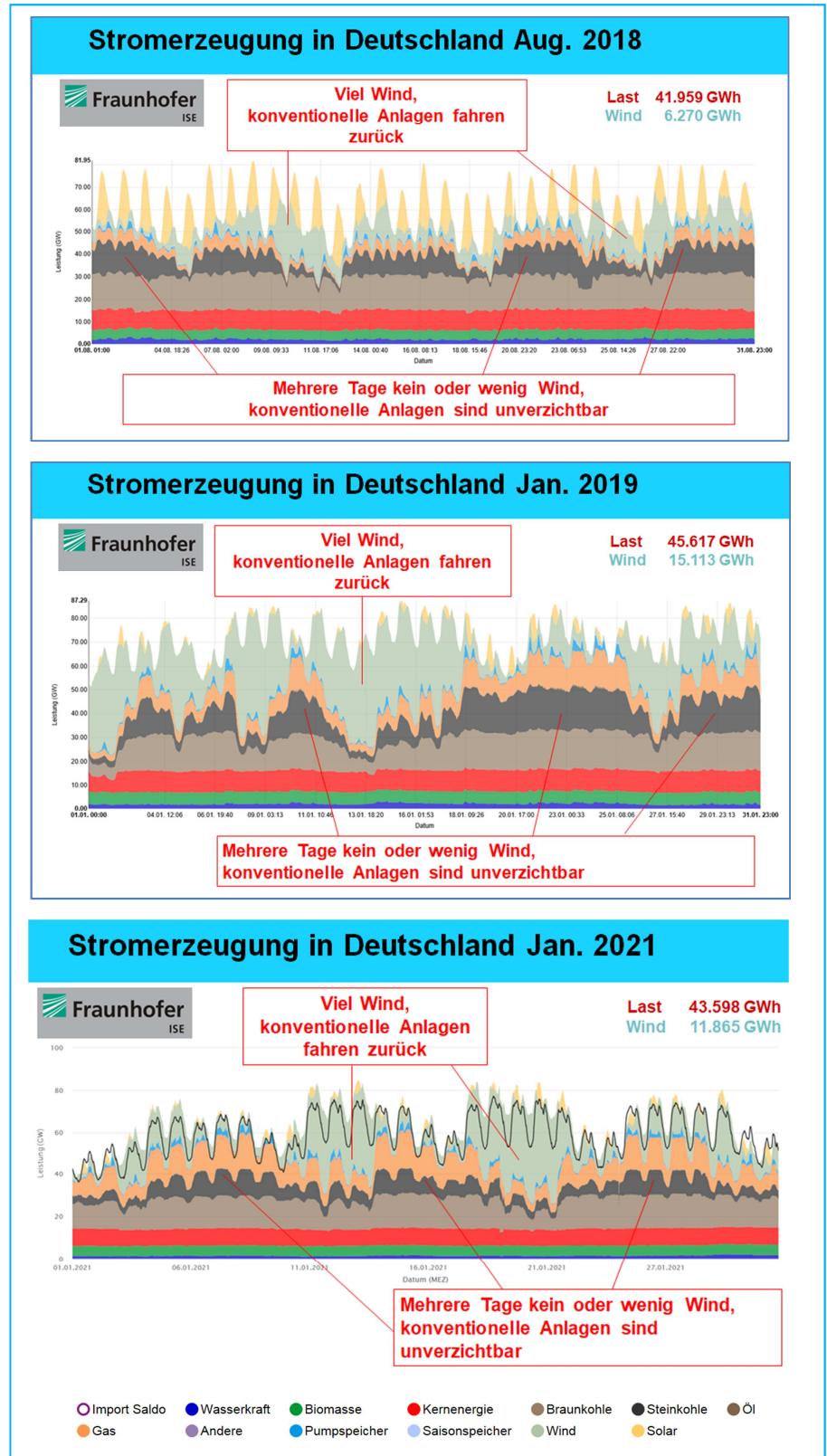
### 3. Wie sieht die Stromversorgung heute mit Windkraft aus?

#### 3.1 Beispielhafte Lastgänge

Gedacht war, dass Wind und Sonne die konventionelle Stromerzeugung verdrängen. Dies gelingt manchmal und manchmal nicht. Da wir als Verbraucher, als Industrie- und Dienstleistungsstandort Deutschland aber eine sichere, im Wesentlichen unterbrechungsfreie Stromversorgung brauchen, ist stets eine Hintergrundversorgung notwendig. Das Ganze muss natürlich auch noch bezahlbar sein.

Anhand der nebenstehenden Grafiken,<sup>19</sup> können wir beispielhaft prüfen, ob die regenerativen Stromquellen die konventionellen Anlagen ersetzen können.

Unten dunkelblau, die Einspeisung der Wasserkraft, darüber grün Strom aus Biomasse. Rot stellt den Anteil der Kernkraft dar. Hellbraun bedeutet Strom aus Braunkohle, schwarz aus Steinkohle, orange aus Gas. Der Anteil von Öl ist so gering, dass er hier keine Rolle spielt. An den Spitzen kann blau die Einspeisung aus



<sup>19</sup> [https://www.energy-charts.de/power\\_de.htm](https://www.energy-charts.de/power_de.htm)

Pumpspeicherkraftwerken erkannt werden.

Graugrün ist die Stromeinspeisung aus Wind und gelb aus Photovoltaik.

Der obere Rand der Kurven stellt die augenblickliche Last dar. Sie liegt werktags bei rund 70 bis 80 Gigawatt (= 70.000 bis 80.000 Megawatt).

Herrscht viel Wind, fahren die konventionellen Anlagen zurück. Die teuersten, in der Regel Gas, fahren zuerst zurück, dann Steinkohle, gefolgt von Braunkohle. Weht kaum Wind, müssen die konventionellen Anlagen wieder hochgefahren werden.

Beispiel August 2018 (Vorseite Bild oben):

Zu Beginn des Monats herrscht wenig Wind. Die fehlende Leistung müssen u.a. die Erdgas und Steinkohle gefeuerten Kraftwerke bereitstellen. Nach vier Tagen frischt der Wind etwas auf, die Stromeinspeisung durch Wind nimmt entsprechend zu (der graugrüne Balken wird dicker). Die Gas und Steinkohle gefeuerten Anlagen fahren zurück (der orange und der schwarze Balken werden dünner). Auch Braunkohle beginnt zurück zu fahren, da flaut der Wind wieder ab und alle konventionellen Kraftwerke müssen die Last übernehmen.

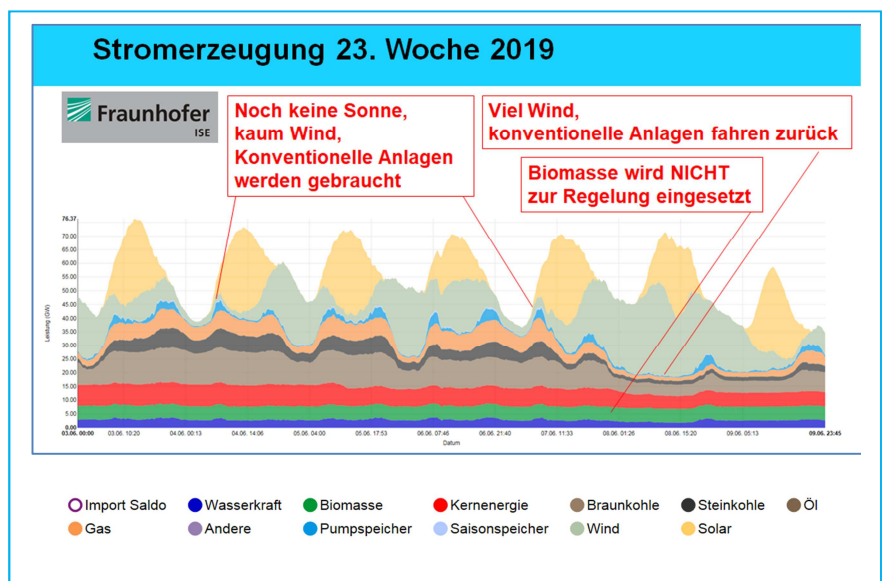
Vom 10. bis 13. August 2018 herrscht nun wieder mehr Wind. Auch die Sonne scheint tagsüber. Die Gas- und Steinkohlekraftwerke fahren fast ganz zurück, auch Braunkohle fährt zurück, insbesondere zur Mittagszeit. So setzt sich dies den ganzen Monat fort.

Viel Wind: Die konventionellen Anlagen fahren zurück.

Kaum Wind: Die konventionellen Anlagen sind unverzichtbar. Die Pumpspeicherkraftwerke (hellblauen Spitzen) unterstützen, sie springen vormittags kurz an, mittags gehen sie raus und am Nachmittag sind sie wieder kurzzeitig im Einsatz.

Beispiel 23. Kalenderwoche 2019

Durch die bessere Auflösung ist noch deutlicher zu erkennen, wie die konventionellen Anlagen die Schwankungen durch Sonne und Wind ausgleichen müssen. Es ist ebenfalls zu erkennen, dass die Biomasse-Anlagen sich kaum an der Regelung beteiligen. Statt bei hoher Sonneneinstrahlung oder bei viel Wind die Leistung zu drosseln, also das Biogas zu speichern, fahren sie fast konstant durch. Hier wird Potential für die Regelung vertan.



In der nachfolgenden Grafik sind für den Monat Januar 2021 zusätzlich der Strompreis an der Börse und der Ex- und Import von Strom aufgetragen.

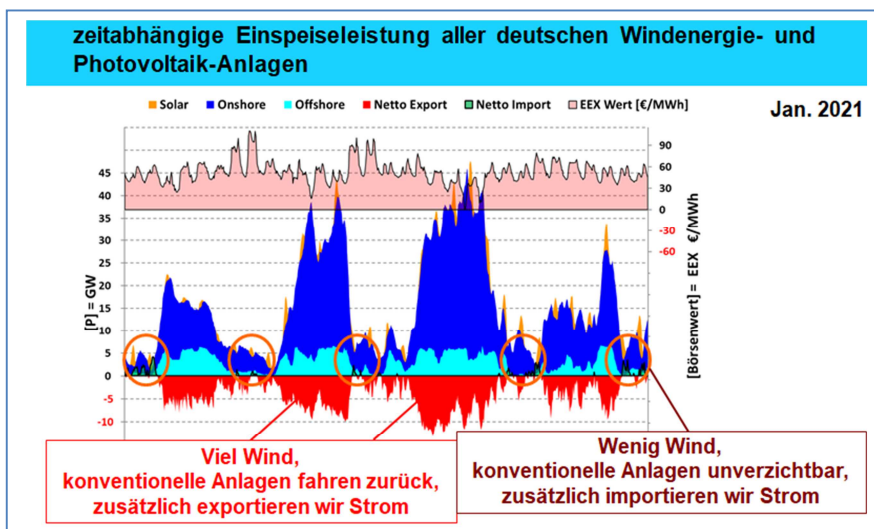
Es ist erkennbar, dass bei hohem Windaufkommen Strom zu niedrigeren Preisen exportiert und bei Flaute zu höheren wieder zurückgekauft wird.

Nach Stilllegung aller Kernkraftwerke und dem Ausstieg aus der Kohle

werden wir vom Ausland stärker abhängig werden. Wie die Stromlücke geschlossen werden soll, wenn das Ausland nicht liefern kann, ist offen. Die Gefahr eines Blackout steigt.

In allen Grafiken ist zu erkennen, dass tageweise die Windkraft einen Teil des Strombedarfs decken kann, es allerdings auch viele Tage gibt, an denen die konventionellen Anlagen unverzichtbar sind, soll die Stromversorgung aufrecht erhalten werden. Ob durch die EEG-Anlagen CO<sub>2</sub> gespart wird, ist in [Kap. Emissionshandel](#) erläutert.

**Fazit: Bei viel Wind haben wir heute schon mehr Strom, als das Netz aufnehmen kann. Diesen Strom müssen wir teuer ins Ausland verramschen oder teuer abregeln. Haben wir wenig Wind, sind die konventionellen Anlagen unverzichtbar. Das ändert sich auch nicht, wenn 10 mal mehr Windkraftanlagen installiert sind. Denn 10 mal Null bleibt immer noch Null. Fallen planmäßig Kernkraft und Kohle weg, entsteht eine Stromlücke.**



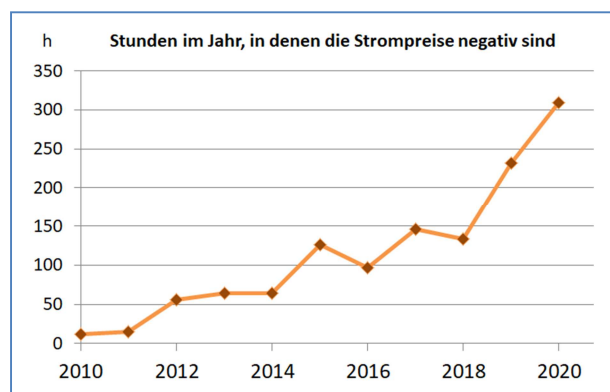
### 3.2 Lastmanagement und Kosten

Strom ist im Netz immer in dem Augenblick bereitzustellen in dem er gebraucht wird. Ansonsten kommt es zu Über- oder Unterfrequenz. Als weitere Folge kann das Netz zusammenbrechen. Es kommt zum sogenannten Blackout.

Das Lastmanagement sorgt für einen sicheren Betrieb des Netzes (EinsMan = Einsatz-Management). Die Primärregelung reagiert sofort auf jede Laständerung im Netz. Die Sekundärregelung steuert nach. Wird viel Windstrom eingespeist, werden die übrigen Kraftwerke angewiesen, zurück zu fahren, oder der Strom wird ins Ausland verkauft, zeitweise sogar zu negativen Preisen.

Das nebenstehende Bild zeigt, wie sich die Anzahl der Stunden entwickelt hat, an denen an der Börse die Strompreise negativ sind. Im Jahr 2020 waren es mehr als 300 Stunden.<sup>20</sup>

Reicht das Herunterfahren der konventionellen Anlagen und der Verkauf des Stroms (auch zu negativen Preisen) ins Ausland nicht, werden die EEG-Anlagen, die sonst Vorrang genießen, abgeregelt, das heißt, sie produzieren keinen Strom mehr. Die Betreiber erhalten aber trotzdem eine Ausgleichszahlung für den nicht produzierten Strom.



Das nachfolgende Bild zeigt im oberen Teil die Menge elektrische Energie, die in Deutschland abgeregelt werden musste, also die sogenannte Ausfallarbeit (= nicht gelieferte Strommenge).

Mit der jährlich abgeregelt Strommenge hätte man jeweils ein ganzes Jahr rund 1,6 Millionen Haushalte kostenlos mit elektrischer Energie versorgen können.<sup>21</sup>

Der untere Teil des Bildes zeigt die Kosten. Wir gaben also in den letzten Jahren für nicht erzeugten Strom jährlich über 600 Mio. Euro aus.<sup>22</sup>

<sup>20</sup> Quelle: Rolf Schuster, Vernunftkraft, Daten Jan. 2021

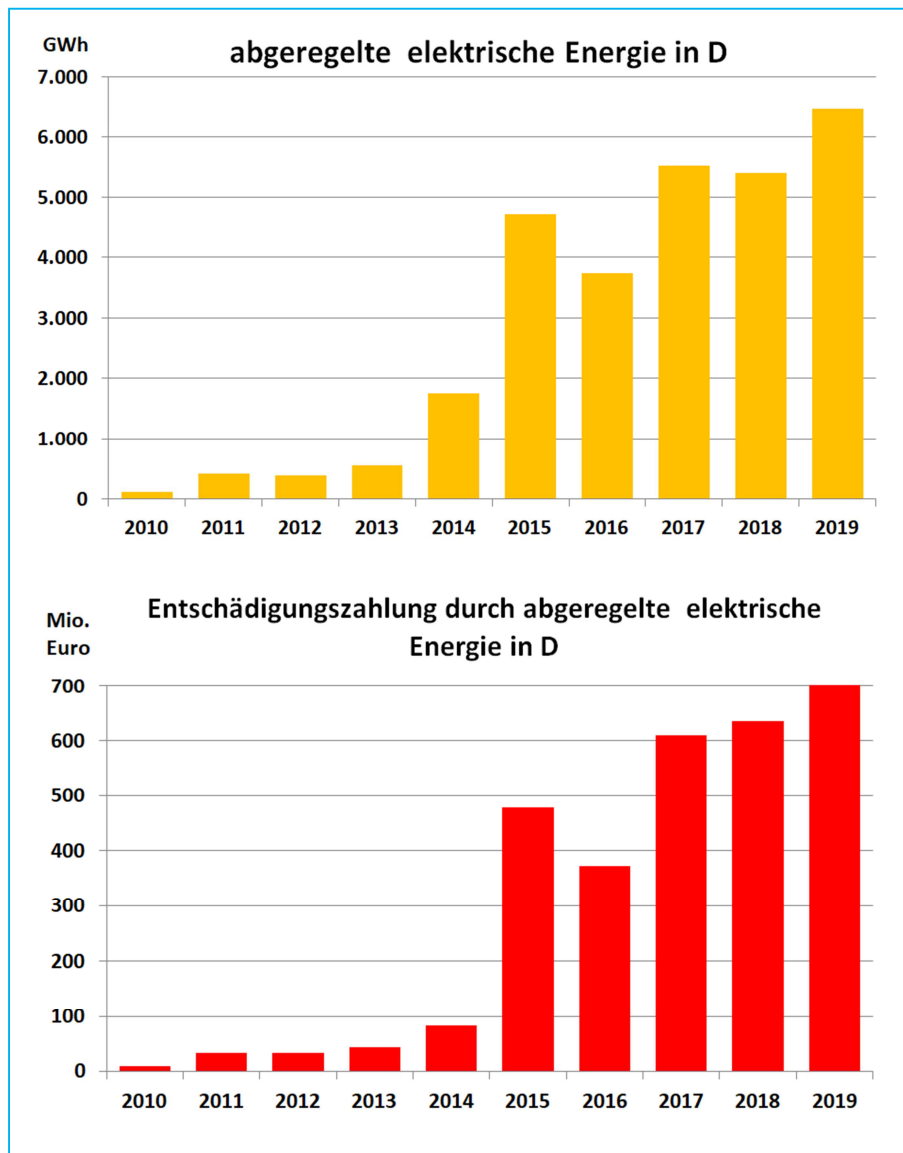
<sup>21</sup> 5.500 GWh / 3500 kWh pro Haushalt = 1.571.000 Haushalte, die man das ganze Jahr kostenlos mit Strom versorgen könnte.

<sup>22</sup> Bundesnetzagentur Quartalsbericht Q1 2019, [https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen\\_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz\\_Systemsicherheit/Netz\\_Systemsicherheit.html](https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Netz_Systemsicherheit/Netz_Systemsicherheit.html)

Inzwischen gehört Deutschland zu den Ländern mit den höchsten Strompreisen für Haushalte. Da nutzt es auch nichts, wenn Minister Altmaier 2021 aus Steuermitteln 11 Mrd. in das EEG-Konto einzahlt, um die EEG-Umlage stabil zu halten.

Weitere Herausforderungen kommen auf das Einsatz-Management zu.

Die letzten Kernkraftwerke werden im Jahr 2022 außer Betrieb genommen. Die Kohlekraftwerke sollen bis 2038 vom Netz gehen. Es wird also weiterhin zu zahlreichen Eingriffen und damit zu hohen Kosten kommen. Daran wird die Kabelverbindung nach Norwegen (NorthLink,<sup>23</sup> 1.400 MW, Probebetrieb ab Dezember 2020, kommerzielle Inbetriebnahme geplant ab März 2021)<sup>24</sup> nichts ändern.



**Fazit: Wir haben in Deutschland heute die höchsten Strompreise für Haushalte. Der weitere subventionierte Ausbau der regenerativen Energien treibt die Preise weiter nach oben.**

<sup>23</sup> <https://www.tennet.eu/de/unser-netz/internationale-verbindungen/nordlink/>

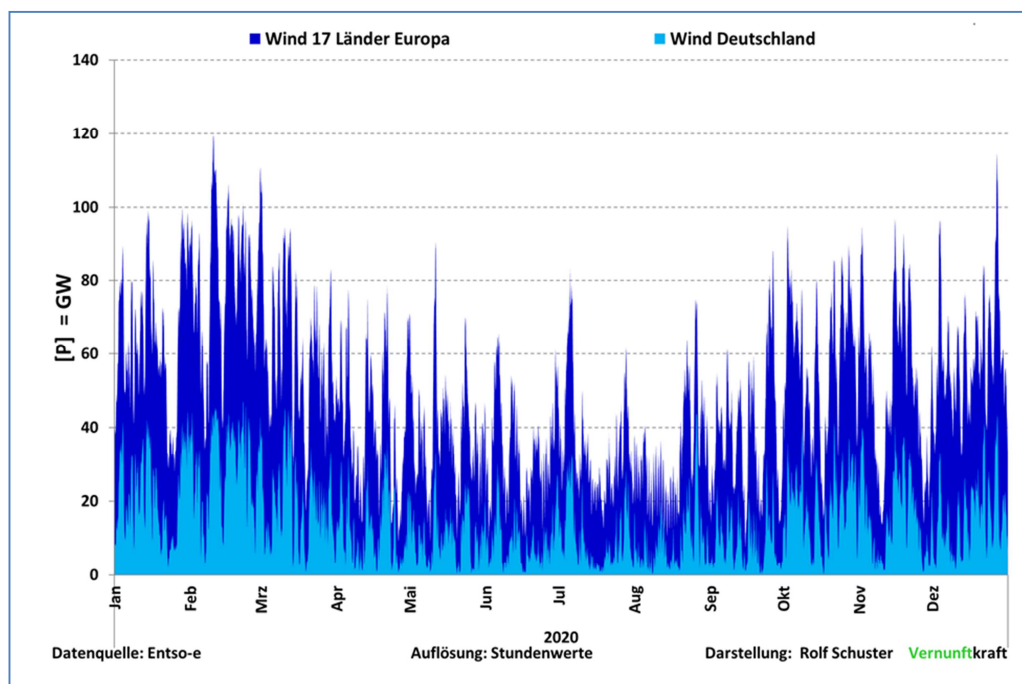
<sup>24</sup> <https://de.wikipedia.org/wiki/NordLink>

### 3.3 Weht Wind wirklich immer irgendwo?

Oft wird behauptet, Wind weht in Deutschland oder Europa immer irgendwo genügend, um die Einspeisung auszugleichen. Diese falsche Annahme hält sich hartnäckig. Sicher findet eine ganz geringe Vergleichmäßigung der Windeinspeisung statt, wenn man über alle europäischen Länder mittelt; die minimale Einspeisung liegt aber trotzdem unter 10% der Nennleistung. Nachfolgend ein Zitat aus einer 2018 veröffentlichten VGB-Studie:<sup>25</sup>

„Die normierten Summenleistungen des Onshore-Windparks und des Offshore-Windparks verdeutlichen, dass die bisherige Ausdehnung beider Windparks über Europa offenbar nicht für eine Vergleichmäßigung in einem Maße ausreicht, das einen spürbaren Verzicht auf Backup-Kraftwerksleistung ermöglichen würde: .... Das Ergebnis ist ernüchternd: Lücken werden nur in überschaubarem Maße gefüllt, Leistungsspitzen nehmen weiter zu.

Die Aussage ist auch 2020 nach weiterem Ausbau der Windenergie noch zutreffend. Das nachfolgende Bild zeigt die Leistung aus Windenergie in Deutschland und in 17 weiteren europäischen Ländern. Wenn in Deutschland viel Wind bläst, bläst er auch in den anderen Ländern. Herrscht in Deutschland wenig Wind, bekommen wir keine Hilfe aus dem Ausland, weil auch dort die Windeinspeisung gering ist.



**Fazit: Über Europa hinweg gleicht sich die Einspeisung aus Windenergie nicht aus.  
Mit weiterem Ausbau wird auch auf europäischer Ebene die Einspeisung volatiler.**

<sup>25</sup> 2018; [https://www.vgb.org/studie\\_windenergie\\_deutschland\\_europa\\_teil2.html](https://www.vgb.org/studie_windenergie_deutschland_europa_teil2.html)



## 4. Ohne Speicher geht es nicht, mit wird es zu teuer

Sehr anschaulich hat Herr Prof. Hans-Werner Sinn in seinen Vorträgen dargestellt,<sup>26</sup> dass eine Energiewende ohne Speicher nicht gelingt, aber mit Speicher die Kosten nicht zu tragen sind. Das Problem der unsteten Versorgung ist immer noch nicht gelöst.

Möchte man den Windstrom vollständig für eine sogenannte Energiewende nutzen und nicht verschwenden, bräuchte man rund 6.000 Pumpspeicherkraftwerke. Geht man bestimmte Kompromisse ein, bräuchte man immer noch über 400 Pumpspeicherkraftwerke, die Baukosten von rund 100 Mrd. € verursachen. Darüber hinaus betont Herr Prof. Sinn, dass man in diesem Zusammenhang nicht von einer Energiewende sprechen kann, sondern eher nur von einer Stromwende.

Statt der benötigten 6.000 oder 400 Pumpspeicherkraftwerke haben wir heute nur 20 bis 35, je nachdem, ob man kleinere mitzählt oder nicht.<sup>27</sup> Diese haben eine Speicherkapazität von rund 40 GWh. Weht kein Wind und scheint die Sonne nicht, wären die Speicher bei einer üblichen Last von 70 bis 80 GW nach einer halben Stunde leer. Andererseits könnte man allein mit dem abgeregelten Strom, also dem nicht erzeugten Strom (Bild 4), das Pumpspeicherkraftwerk Geesthacht rund 9.000 mal füllen und wieder entleeren.<sup>28</sup>


Aber auch andere Speichermöglichkeiten sind heute noch nicht ausgereift. Batteriespeicher stehen nicht in ausreichender Kapazität und zu vernünftigen Kosten zur Verfügung. Bei der Umwandlung von Strom in Gas (Power to Gas) entstehen so hohe Verluste, dass das Ganze nicht lohnt.

Es ist daher unsinnig, die Windkraft jetzt stetig weiter auszubauen. Forschung und Entwicklung ist in Speichertechnologie zu stecken. Die Politik verspricht dies zwar, ist allerdings bisher nicht in der Lage gewesen, die Doppelbelastung für das Ein- und Auspeichern elektrischer Energie zu ver-

### Power to Heat, rentabel oder nicht?

**Die Politik favorisiert Speicher**

**Projekt Wärmespeicher Neumünster  
Im Juni 2016 offiziell in Betrieb  
genommen**



**NDR Bericht vom 26.02.2017**  
„Doch es gibt einen kleinen Schönheitsfehler:  
Das Vorzeigeprojekt in Neumünster läuft nicht.  
So steht diese Anlage seit acht Monaten auf dem Gelände der  
Stadtwerke.  
Sie könnte aus Strom Wärme erzeugen.  
Doch bis heute ist sie nicht ein einziges Mal eingeschaltet worden.“

<sup>26</sup> Hans-Werner Sinn; Energiewende ins Nichts,  
<http://mediathek.cesifo-group.de/iptv/player/macros/cesifo/mediathek?content=2959393&idx=1&category=2113306645>

Hans-Werner Sinn; Die Grenzen der Energiewende,  
[https://www.youtube.com/watch?v=H3\\_vrmTj6Ss&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=H3_vrmTj6Ss&feature=youtu.be)

<sup>27</sup> [http://www.pumpspeicher.info/fileadmin/Downloads/Voith-Praesentation\\_PK\\_Pumpspeicher\\_gesamt\\_FINAL.pdf](http://www.pumpspeicher.info/fileadmin/Downloads/Voith-Praesentation_PK_Pumpspeicher_gesamt_FINAL.pdf)

<sup>28</sup> 5.500 GWh / 0,6 GWh = 9.167 mal füllen und entleeren

ringern.

Forschungsprojekte wie Power to Heat in Neumünster laufen ins Leere, solange gesetzliche Regelungen die Wirtschaftlichkeit verhindern.<sup>29</sup>

Einzelne Projekte, wie Pellworm, haben gezeigt, dass das größte Problem die Volatilität der erneuerbaren Energien und die fehlenden Speicher sind. Eine Versorgung mit erneuerbaren Energien kann derzeit wirtschaftlich nicht umgesetzt werden.

**Pellworm, Wunsch und Wirklichkeit**

**2013**  
**Pellworm kann 3 x so viel Energie erzeugen, wie es selbst verbraucht.**

**Vorzeigeprojekt für 10 Mio. €**

**2017**  
**Projekt beendet zu teuer zu unzuverlässig**

marktorientierte Elektrizitätsversorgung: Durch ein so genanntes „Smart Grid“ sollen Erzeugung, Transport, Speicherung und Verbrauch von Strom intelligent zusammenwirken. Damit wird die Basis gelegt, mit erneuerbaren Energien in Zukunft den überwiegenden Teil des Stromverbrauchs auf Pellworm zu decken.

Logos: Fraunhofer, IHT, E.ON

**Fazit: Ausbau der Windkraft ist zu stoppen.**

**Es sind erst die Randbedingungen zu schaffen, damit der Strom auch gespeichert werden kann.**

<sup>29</sup> [http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/schleswig-holstein\\_magazin/Schleswig-Holstein-Magazin\\_sendung616570.html](http://www.ndr.de/fernsehen/sendungen/schleswig-holstein_magazin/Schleswig-Holstein-Magazin_sendung616570.html)

## 5. Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)

In Deutschland hatte man beschlossen, zusätzlich zum Emissionshandelssystem ein weiteres Instrument einzuführen. Die Grundlage für das heutige Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) wurde im Jahr 2000 geschaffen.

Ziel des EEG war und ist es,

„... eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, ... fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus Erneuerbaren Energien zu fördern.“<sup>30</sup>

Das EEG regelt, wie viele Zuschüsse (Subventionen) die Betreiber erhalten.

Oder anders ausgedrückt: Es regelt die bevorzugte Einspeisung von Strom aus erneuerbaren Quellen und garantiert den Erzeugern eine feste Einspeisevergütung.

Ziel des EEG ist also nicht, CO<sub>2</sub> einzusparen. Das EEG verlagert nur CO<sub>2</sub>-Emissionen. **Eine Einsparung von CO<sub>2</sub> ist systembedingt mit dem EEG nicht möglich.**<sup>31</sup>

### Expertenmeinung zum EEG, Kritik wiederholt

26. Februar 2014  
Expertenkommission Forschung  
und Innovation

Foto: Bundesregierung/Sandra Steins).



#### Schlussfolgerung

„... ,dass das EEG weder ein kosteneffizientes Instrument für Klimaschutz ist noch eine messbare Innovationswirkung zu entfalten scheint. Aus diesen beiden Gründen ergibt sich deshalb keine Rechtfertigung für eine Fortführung des EEG.“

Quelle:  
<http://www.e-fi.de/gutachten.html>  
Seite 52.

2. Nov. 2016  
Sachverständigenrat zur Begutachtung der  
gesamtwirtschaftlichen Entwicklung stellt  
Jahresgutachten 2016/2017 vor.



Kritisiert nicht die Ziele,  
kritisiert aber erneut deutlich  
die Umsetzung

<sup>30</sup> § 1 EEG



<sup>31</sup> Weiterführende Informationen finden Sie auch im Jahresgutachten 2014 der Expertenkommission Forschung und Innovation, das am 26. Februar 2014 an die deutsche Bundesregierung übergeben wurde [21].

## 6. Vergleich Kohle- mit Gaskraftwerk und BHKW

### 6.1 Brennstoff Kohle und Gas

Kohle besteht überwiegend aus Kohlenstoff, chemisches Zeichen C. Bei der Verbrennung entsteht Kohlenstoffdioxid, CO<sub>2</sub>. Wird ein „Stück“ Braunkohle mit einem Energieinhalt von einer Megawattstunde (MWh) verbrannt, entstehen 400 kg CO<sub>2</sub>. Möchte man die Energie der Braunkohle für die Stromerzeugung nutzen, muss auch der Wirkungsgrad eingerechnet werden. Um eine elektrische Energie von einer MWh<sub>el</sub> zu erzeugen, entstehen also rund 970 kg CO<sub>2</sub>.

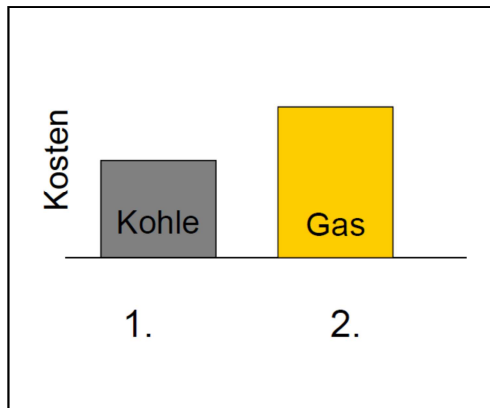
Erdgas weist einen großen Methangehalt (CH<sub>4</sub>) auf. Beim Verbrennen von Erdgas entsteht also weniger Kohlenstoffdioxid (CO<sub>2</sub>) als bei reiner Kohle, dafür entsteht auch Wasser (H<sub>2</sub>O). In der Regel ist der Wirkungsgrad eines Gaskraftwerkes (z.B. Gas- und Dampfturbinen-Kraftwerk, GuD) besser als der eines Kohlekraftwerkes. Durch diese beiden Effekte führt die Erzeugung<sup>32</sup> von elektrischer Energie von einer MWh<sub>el</sub> nur zu einem CO<sub>2</sub>-Ausstoß von rund 400 kg.

	
<b>Kohle</b> überwiegend Kohlenstoff	<b>Erdgas, überwieg.</b> Methan
<b>C</b> → <b>CO<sub>2</sub></b>	<b>CH<sub>4</sub></b> → <b>H<sub>2</sub>O</b> → <b>CO<sub>2</sub></b>
<b>Braunkohle</b>	
<b>1 MWh</b> >>> <b>400 kg CO<sub>2</sub></b>	<b>1 MWh</b> >>> <b>200 kg CO<sub>2</sub></b>
<b>1 MWh<sub>el</sub></b> >>> <b>970 kg CO<sub>2</sub></b>	<b>1 MWh<sub>el</sub></b> >>> <b>400 kg CO<sub>2</sub></b>

<sup>32</sup> Thermodynamisch kann Energie nicht erzeugt, sondern nur umgewandelt werden. Auf diese feinen Unterschiede wird aber hier nicht eingegangen.

## 6.2 Auswirkungen auf den Kraftwerkseinsatz

Was bestimmt nun, welche Kraftwerke wann eingesetzt werden und wie wirken sich das europäische Emissionshandelssystem (ETS) und das Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) auf den Einsatz der Kraftwerke aus?

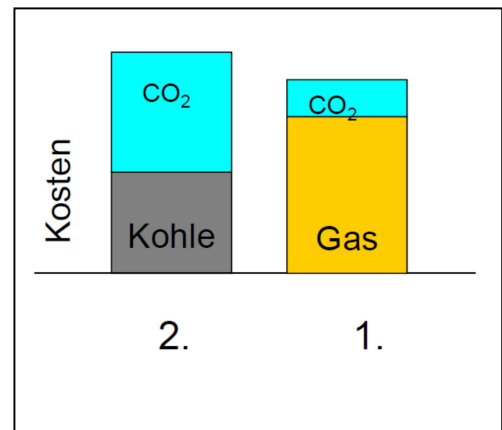


Um eine Einheit Strom zu erzeugen, braucht man eine gewisse Menge Brennstoff. Dieser Brennstoff verursacht Kosten.

Der Preis für eine Energieeinheit Kohle ist in der Regel günstiger als für eine Energieeinheit Gas. Kohlekraftwerke werden also zur Stromerzeugung zuerst eingesetzt. Erst wenn noch mehr Strom gebraucht wird, werden Gaskraftwerke eingesetzt.

Einsatzreihenfolge ohne CO<sub>2</sub>-Kosten

Mit dem Emissionshandel kommen Kosten für das CO<sub>2</sub> dazu. Kohle besteht hauptsächlich aus Kohlenstoff (C), während Erdgas einen sehr großen Methangehalt hat (CH<sub>4</sub>). Beim Verbrennen von Erdgas entsteht also weniger Kohlendioxid (CO<sub>2</sub>) als bei reiner Kohle, dafür entsteht auch Wasser (H<sub>2</sub>O). Abhängig vom Wirkungsgrad sind die CO<sub>2</sub>-Kosten bei Strom aus Kohle etwa doppelt so hoch wie aus Erdgas.



Einsatzreihenfolge mit CO<sub>2</sub>-Kosten

Bei hohem CO<sub>2</sub>-Zertifikatepreis sind Gaskraftwerke billiger als Kohlekraftwerke, Gaskraftwerke werden also zuerst eingesetzt (Bild Einsatzreihenfolge mit CO<sub>2</sub>-Kosten). Wird viel CO<sub>2</sub> emittiert, steigt der CO<sub>2</sub>-Preis, da die maximale CO<sub>2</sub>-Menge europaweit begrenzt ist. Kohlekraftwerke werden aus dem Markt verdrängt, ohne dass man extra Stilllegungsmaßnahmen treffen muss.

Was passiert nun, wenn Windkraftanlagen viel Strom einspeisen?

Wenn Windkraftanlagen viel Strom einspeisen, müssen andere Kraftwerke zurückfahren. Genau das ist es eigentlich, was alle wollen.

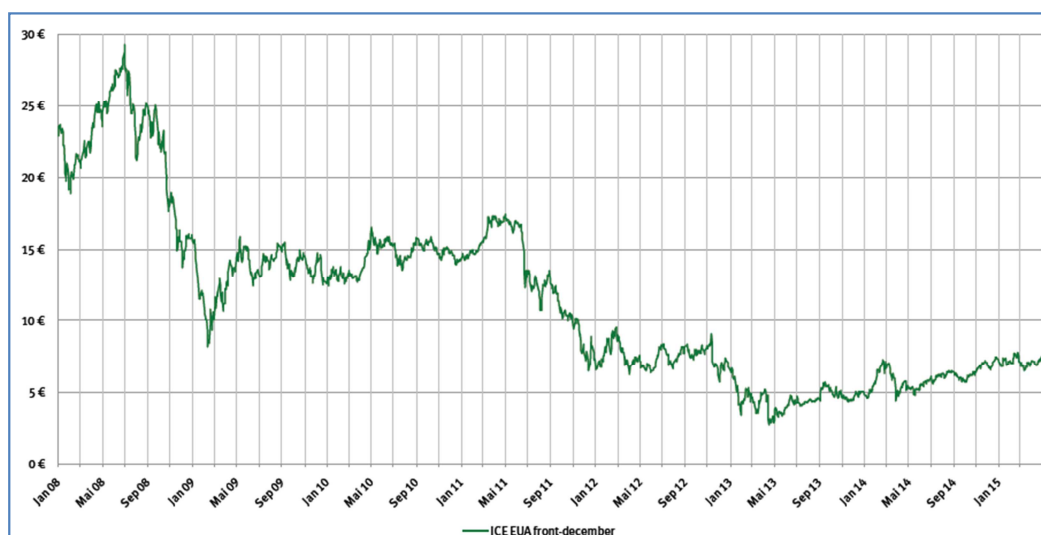
Was passiert aber weiter?

Wenn konventionelle Kraftwerke zurückfahren, brauchen sie weniger Brennstoff, damit verbrauchen sie weniger CO<sub>2</sub>-Zertifikate. Wenn weniger CO<sub>2</sub>-Zertifikate gebraucht werden, werden diese weniger auf dem Markt nachgefragt, der Preis sinkt. Sinkt der Preis, sinken die CO<sub>2</sub>-Kosten bei Kohlekraftwerken stärker als bei Gaskraftwerken, irgendwann sind die Kohlekraftwerke wieder billiger als Gaskraftwerke. Kohlekraftwerke werden wieder zuerst

eingesetzt. Strom kommt also vermehrt aus Kohlekraftwerken. Im obigen Bild kann man dies gut nachvollziehen. Wenn der CO<sub>2</sub>-Preis sich halbiert, dann halbieren sich die CO<sub>2</sub>-Kosten bei der Kohle und es halbieren sich die CO<sub>2</sub>-Kosten bei Gas. Die Stromkosten aus Kohle sind wieder günstiger als aus Gas. Die Kohlekraftwerke werden wieder zuerst eingesetzt.

Da EU-weit die Anzahl der CO<sub>2</sub>-Zertifikate festgelegt und begrenzt ist, wird durch die Einspeisung von Strom aus Windkraft kein CO<sub>2</sub> eingespart, es wird lediglich verlagert. Im betrachteten Fall von Erdgas- auf Kohlekraftwerke. Auf ganz Europa bezogen findet die Verlagerung statt von Erdgas auf andere Industrien, auf andere Länder, also von Deutschland auf Tschechien, Polen, Frankreich, Spanien usw. Ergebnis ist, dass dadurch beispielsweise ein Kohlekraftwerk in Spanien mehr läuft und ein neues Projekt „Strom aus einem Solarkraftwerk“ sich nicht rechnet.

So trugen die Windkraft- und Solaranlagen mit dazu bei, dass der Preis für CO<sub>2</sub>-Zertifikate ab ca. 2011 kontinuierlich sank (siehe nachfolgendes Bild). Der Einsatz neuer Techniken um CO<sub>2</sub> einzusparen, rechnet sich nicht mehr. CO<sub>2</sub> wird nicht gespart, sondern verlagert, von Erdgas auf Kohle, von Stromerzeugern auf andere Industrien, von Deutschland auf andere europäische Länder.



Mit Einführung der Marktstabilitätsreserve sinkt die versteigerte Menge an Zertifikaten (siehe [Kap. Emissionshandel](#)). Dadurch ist der Preis in 2019 bis 2021 inzwischen auf rund 25 Euro pro Zertifikat<sup>33</sup> angestiegen. Dies zeigt, dass der Emissionshandel funktioniert. Er muss nur richtig angewendet werden.

**Fazit:** Wir erkennen, dass die Einspeisung von Strom aus Windkraft- und Solaranlagen nur zu einer Verlagerung der CO<sub>2</sub>-Emissionen führt. CO<sub>2</sub> wird durch Windkraft- und Solaranlagen nicht eingespart.

<sup>33</sup> <https://www.eex.com/de/marktdaten/umweltprodukte/spotmarkt/european-emission-allowances>

### 6.3 Ersatz eines Kohle-Kraftwerks durch viele BHKW

Wie wir im Kapitel davor gesehen haben, sparen Wind- und Solaranlagen kein CO<sub>2</sub> ein, sie verlagern nur den Ausstoß. Nun steht noch die Frage aus: Kann man CO<sub>2</sub> einsparen, wenn ein altes Kohlekraftwerk durch neue, moderne Blockheizkraftwerke (BHKW) ersetzt wird?

Ein altes Kohlekraftwerk, es kann auch ein Heizkraftwerk sein, verbraucht Steinkohle und erzeugt Strom. Ist es ein Heizkraftwerk, erzeugt es auch Fernwärme. Für den ganzen Prozess emittiert es im Jahr angenommen 1.000.000 Tonnen CO<sub>2</sub> (eine Million Tonnen CO<sub>2</sub>).

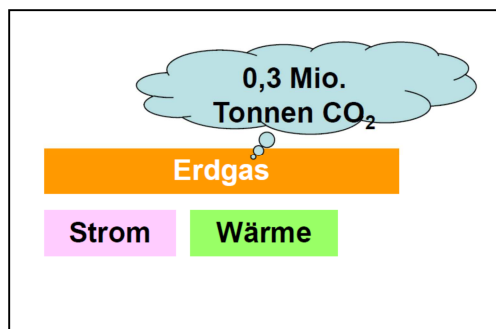
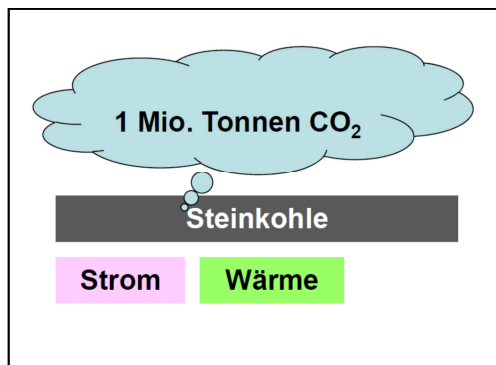
Wird dieses Kohlkraftwerk stillgelegt, kauft es keine CO<sub>2</sub>-Zertifikate auf dem EU-Markt ein. Die Zertifikate können von anderen Industriezweigen oder von anderen Ländern in der EU aufgekauft werden. Die europaweit festgelegte Menge an CO<sub>2</sub> bleibt konstant.

Nun werden als Ersatz für das Steinkohle-Kraftwerk neue, moderne Blockheizkraftwerke (BHKW) gebaut, etwa 200 Stück. Da die BHKW mit Erdgas betrieben werden und sicher auch einen besseren Wärmenutzungsgrad aufweisen, haben sie geringere Emissionen als das alte Steinkohle-Kraftwerk. In unserem Beispiel emittieren die BHKW 300.000 Tonnen (0,3 Millionen Tonnen) CO<sub>2</sub>. Diese BHKW

unterliegen nicht dem Treibhausgas-Emissions-Handelsgesetz (TEHG). Für diese BHKW mussten bis einschl. 2020 keine CO<sub>2</sub>-Zertifikate gekauft werden, die Emissionen fallen aber trotzdem an. Erst mit Einführung der CO<sub>2</sub>-Steuer auf Brennstoffe ab 2021 wird auch der Ausstoß von kleineren Anlagen darüber verteuert aber nicht begrenzt.

Da die Emissionen vom alten Steinkohle-Kraftwerk von anderen Marktteilnehmern verwendet werden, also trotzdem in die Atmosphäre gehen, die Emissionen der BHKW aber auch in die Atmosphäre entlassen werden, steigt insgesamt die CO<sub>2</sub>-Emission in Europa. Dies ist ein Effekt, den der normale Bürger nicht erwartet, es ist aber so.

**Fazit: Wird ein Kohlekraftwerk durch kleine BHKW ersetzt, steigt der Gesamt-CO<sub>2</sub>-Ausstoß.**



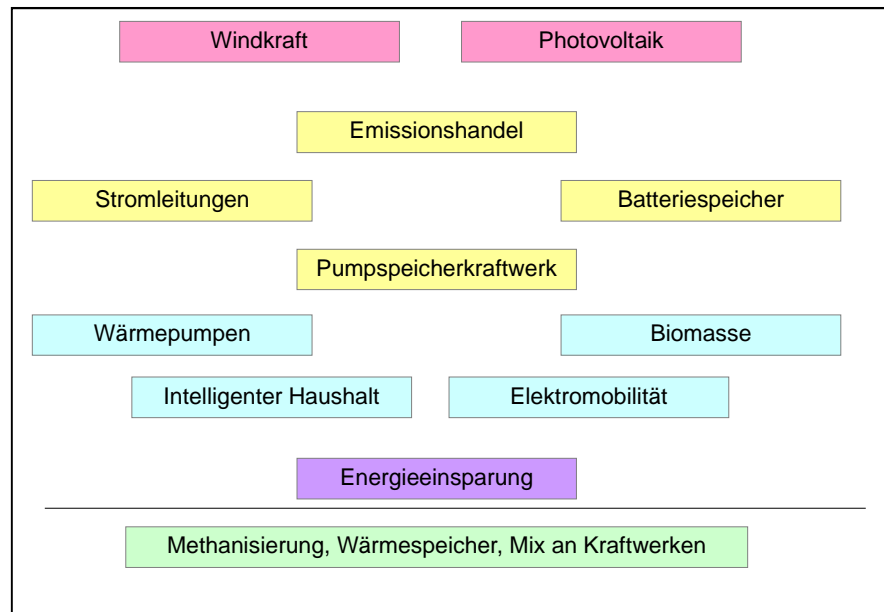
## 7. Welche Aufgaben fallen uns zu

### 7.1 Zusammenspiel

Nun ist es mit der Energiewende wie bei einer guten Fußballmannschaft. Ein Stürmer allein vor dem Tor kann vielleicht ein Abseitstor erzielen, hilfreich ist dies aber nicht. Auch bei der Energiewende muss die Mannschaft gut aufgestellt werden.

Wir brauchen ein gutes Zusammenspiel aller Elemente der Energiewende. Dazu gehört als erstes die Energieeinsparung. Das Wort Energieeinsparung schließt hier Energieeffizienz mit ein. Insbesondere in der Gebäudeheizung und im Verkehr kann direkt CO<sub>2</sub> eingespart werden.

Darüber hinaus brauchen wir genügend Strom-Speicher, die zu gehörigen Leitungen und den richtigen rechtlichen Rahmen. Auch andere Elemente, wie Wärmepumpen, intelligenter Haushalt, Elektromobilität, Wasserstoffherzeugung und Methanisierung (Power to Gas) können in der Zukunft noch



eine gewisse Rolle spielen. Alleine mit Windkraft und Photovoltaikanlagen auf Basis von Subventionen wird die Energiewende nicht gelingen.

Windkraft und Photovoltaikanlagen allein leisten keinen Beitrag zum Klimaschutz und zur CO<sub>2</sub>-Einsparung.

Die negativen Folgen der Windkraft, wie Schallemission und optische Bedrängnis, sind ernst zu nehmen. Die betroffenen Bewohner dürfen nicht allein gelassen werden. Hierauf wird in diesem Beitrag nicht weiter eingegangen.

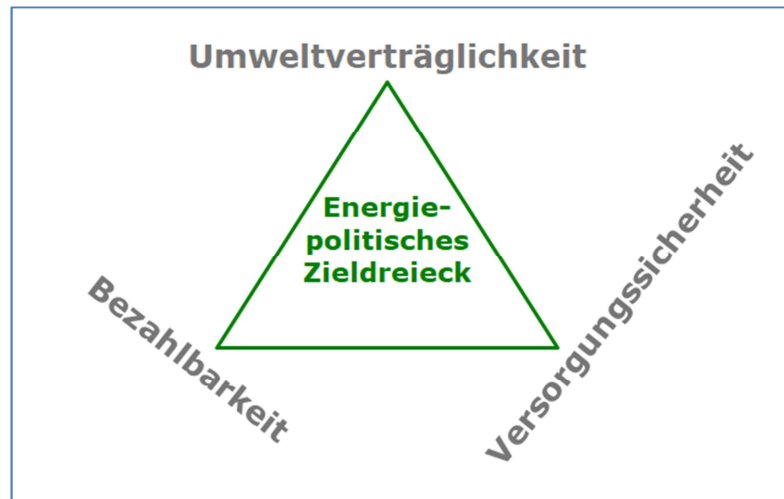


## 7.2 Die Aufgabe des VDI

Dem VDI fällt dabei die Aufgabe zu, die ganzen Prozesse neutral, offen, aber auch kritisch zu begleiten. Wir müssen den Mut haben, die richtigen Fragen zu stellen, damit wir Fehlentwicklungen verhindern und gleichzeitig Lösungen für die Probleme mit entwickeln können. Nur so können wir das energiepolitische Zieldreieck aus

### **Umweltverträglichkeit, Bezahlbarkeit und Versorgungssicherheit**

einhalten.



## 8. Hinweise zur Vorträgen, Videos oder Büchern

### Prof. Dr. Hans-Werner Sinn

- **Energiewende ins Nichts,**  
<http://mediathek.cesifo-group.de/iptv/player/macros/cesifo/mediathek?content=2959393&idx=1&category=2113306645>
- **Die Grenzen der Energiewende,**  
[https://www.youtube.com/watch?v=H3\\_vrmTj6Ss&feature=youtu.be](https://www.youtube.com/watch?v=H3_vrmTj6Ss&feature=youtu.be)
- **Das grüne Paradoxon: Plädoyer für eine illusionsfreie Klimapolitik**
- **Fr, 12. März 2021, 19:30 – 21:00, ONLINE-Vortrag: „Green Deal“**  
<https://nrweltoffen-solingen.de/Veranstaltung/online-vortrag-hans-werner-sinn-green-deal/>

### Prof. Dr.-Ing. Holger Watter

- **Unpopuläre Fakten zur Energiewende**
- **Webinar zur Energiewende**

Deutschland befindet sich seit 20 Jahren in der Energiewende. Künftig sollen fossile Energieträger durch erneuerbare Quellen abgelöst werden.

Dies erfordert Maßnahmen und wirft Fragen auf, die in einem gesellschaftlichen und wissenschaftlichen Diskurs beantwortet werden müssen.

### Prof. Dr. André Thess

- **Sieben Energiewendemärchen?**

Mit praxisnahen Kopfrechenaufgaben für eine sachgerechte, kontroverse und zugleich kurzweilige Energie- und Klimadebatte mit Familie, Freunden, Kollegen und Politikern

### Prof. Dr. Joachim Weimann

- **Die Klimapolitik-Katastrophe:  
Deutschland im Dunkel der Energiesparlampe**

Wenn die Klimaforscher auch nur halbwegs recht haben, dann brauchen wir ziemlich schnell eine ziemlich gute Klimapolitik. Leider ist eine solche nicht in Sicht. Vielmehr vergeuden wir wertvolle Zeit und wertvolle Ressourcen. Wenn wir etwas erreichen wollen, dann dürfen wir uns nicht mit ideologischen Vorlieben aufhalten, sondern müssen unsere ganze Kraft zusammen nehmen und wirksam einsetzen.

## 9. Abkürzungsverzeichnis

BHKW	Blockheizkraftwerk, erzeugt gleichzeitig Wärme und Strom (Kraftstrom)
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
CO <sub>2</sub>	Kohlenstoffdioxid
DEHSt	Deutsche Emissionshandelsstelle
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
ETS	Emission Trading Scheme, Emissionshandelssystem
kW	Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
MW	Megawatt = 1.000 Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
GW	Gigawatt, = 1.000.000 Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
TW	Terawatt, = 1 Milliarde Kilowatt, physikalische Einheit für Leistung
kWh	Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
MWh	Megawattstunde = 1.000 Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
GWh	Gigawattstunde, =1.000.000 Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
TWh	Terawattstunde, = 1 Milliarde Kilowattstunde, physikalische Einheit für Energie, Arbeit, Wärme
UBA	Umweltbundesamt

# 11. Literaturhinweise

Für den interessierten Leser einige Literaturhinweise und Verweise im Internet (inkl. Literatur zu den Schallemissionen).

- [1] Bruce Nuclear Generating Station A Safety Report, NK21-SR-01320-00001, Rev. 002, July 4, 2003, predicts stability class using the Sigma defined by the US NRC (Nuclear Regulatory Commission) Proposed Revision 1 to Regulatory Guide 1.23: Meteorology Programs in Support of Nuclear Power Plants, 1980, and the US EPA (Environmental Protection Agency) "Guidelines on Air Quality Models" Report No, EPA-450/2-78-027R, Table 9-3, pp 9-21, 1986.
- [2] Frommhold, W., Teige, K., Fleischmann, T; Tieffrequente Schallfelder in kleinen belüfteten Räumen, Fraunhofer Institut Bauphysik, IBP-Mitteilung 257, 21, 1994
- [3] HAMMERL, C. U. J. FICHTNER (2000): "Langzeit-Geräuschimmissionsmessung an der 1-MW-Windenergieanlage Norde N54 in Wiggensbach bei Kempten (Bayern)". Bayerisches Landesamt für Umweltschutz, Januar 2000
- [4] Auslegung von Hybridtürmen für Windenergieanlagen, Lastermittlung und Nachweis der Ermüdungsfestigkeit von Hybridtürmen für Windenergieanlagen am Beispiel einer 3,6-MW-WEA mit 100m Rotordurchmesser, Beton- und Stahlbetonbau 97 (2002), Heft 11, S. 564-575  
[http://www.marc-seidel.de/Papers/Hybridtueme\\_fuer\\_WEA.pdf](http://www.marc-seidel.de/Papers/Hybridtueme_fuer_WEA.pdf)
- [5] SCHOLZ, S. (2003): Güte der visuellen und auditiven Geschwindigkeitsdiskriminierung in einer virtuellen Simulationsumgebung. Dissertation zur Erlangung des Doktorgrades im Fachbereich Sicherheitstechnik. Bergischen Universität Wuppertal. S. 117
- [6] Lars Ceranna, Gernot Hartmann & Manfred Henger;  
Der unhörbare Lärm von Windkraftanlagen - Infraschallmessungen an einem Windrad nördlich von Hannover, Bundesanstalt für Geowissenschaften und Rohstoffe (BGR), Referat B3.11, Seismologie, 2004
- [7] R.-A- Dietrich; Ist die DIN ISO 9613-2 zur Durchführung einer Schallprognose für Windenergieanlagen geeignet? 2005  
<http://www.rudolf-adolf-dietrich.de/IN007/B-06.pdf>
- [8] Lal, Rattan. "Encyclopaedia of Soil Science" ISBN: 0849350530, Page 618, Erosion by Wind: Micrometeorology; 2006
- [9] G.P. van den Berg; The sound of high winds: the effect of atmospheric stability on wind turbine sound and microphone noise, RIJKSUNIVERSITEIT GRONINGEN, 2006
- [9a] M. Alves-Pereira, N.A.A. Castelo Branco (2007) Vibroacoustic disease: Biological effects of infrasound and low frequency noise explained by mechanotransduction cellular signaling. Progress Biophysics & Molecular Biology 93 (2007) 256-279.
- [10] Oliver Bunk; Jörn Hoffmeier; Tieffrequente Geräusche in der Windenergieanlagentechnik, Lärmbekämpfung Bd 2, 2007-05
- [10a] Nuno A. A. Castelo Branco, Mariana Alves-Pereira, Augusto Martinho Pimenta, José Reis Ferreira, (2015) Low Frequency Noise-Induced Pathology: Contributions Provided by the Portuguese WindTurbine Case EuroNoise 2015 31 May - 3 June, Maastricht
- [10b] Oliver Bunk; Stand der Lärminderungstechnik an Windkraftanlagen, VGB PowerTech 2016-7
- [11] Hochschule Emden/Leer, 2010, Messung mit Schallkamera  
[http://www.google.de/imgres?imgurl=http://www.pro-physik.de/SpringboardWebApp/userfiles/prophy/image/Hightech/101022\\_kamera\\_350.jpg&imgrefurl=http://www.pro-](http://www.google.de/imgres?imgurl=http://www.pro-physik.de/SpringboardWebApp/userfiles/prophy/image/Hightech/101022_kamera_350.jpg&imgrefurl=http://www.pro-)

- [12] Esther Isabelle Domes; Ist Infraschall hörbar? - Eine fMRT-Studie zur Stimulierbarkeit des auditorischen Kortex durch Infraschall und niedrigfrequente Töne – Dissertation, Medizinischen Fakultät Charité – Universitätsmedizin Berlin, 16.05.2010
- [13] Ärzteforum Emissionsschutz Unabhängiger Arbeitskreis Erneuerbare Energien - Bad Orb Gefährdung der Gesundheit durch Windkraftanlagen (WKA), Okt. 2013
- [14] Ärzte für Immissionsschutz, <http://www.aefis.de/>
- [15] Studiensammlung zum Thema Infraschall und tieffrequenter Lärm  
<http://www.windwahn.de/index.php/wissen/hintergrundwissen/studien-sammlung-zum-thema-infraschall-und-tieffrequenter-laerm>
- [16] Hans-Werner Sinn; Das grüne Paradoxon, Econ Verlag Berlin
- [17] Hans-Werner Sinn; Energiewende ins Nichts,  
<http://mediathek.cesifo-group.de/iptv/player/macros/cesifo/mediathek?content=2959393&idx=1&category=2113306645>
- [18] Umweltbundesamt (UBA), VET-Bericht 2013
- [19] Annual European Union greenhouse gas inventory 1990–2012 and inventory report 2014, Submission to the UNFCCC Secretariat  
[http://ec.europa.eu/clima/policies/g-gas/monitoring/documentation\\_en.htm](http://ec.europa.eu/clima/policies/g-gas/monitoring/documentation_en.htm)
- [20] Info zu Marktstabilitätsreserve (MSR)  
<http://www.eu-infothek.com/article/die-marktstabilitaetsreserve-mechanismus-soll-co2-handel-aufpaepeln>  
und  
<http://www.bmub.bund.de/presse/pressemitteilungen/pm/artikel/hendricks-deutschland-dringt-in-bruessel-auf-schaerfere-reform-des-emissionshandels/>
- [21] EEG, Jahresgutachten 2014 der Expertenkommission Forschung und Innovation; übergeben an die deutsche Bundesregierung am 26. Februar 2014  
<http://www.e-fi.de/gutachten.html>
- [22] weitere Infos und Vorträge zu Energiewende unter  
<http://mediathek.cesifo-group.de> und  
<http://mediathek.cesifo-group.de/iptv/player/macros/cesifo/mediathek>
- [23] Lastgangkurven  
[www.pv-fakten.de](http://www.pv-fakten.de) und BWK 66 (2014)Nr. 1/2
- [24] Ernst Welfonder; Opportunities for dual energy supply after 2020 even during calm wind conditions and minimal solar radiation; VGB PowerTech 4/2014, S.36-44
- [25] Ralf Gilgen; Wege eines Stromerzeugers im Umgang mit der Energiewende; VGB PowerTech 1 / 2, 2014 S.38-41
- [26] Karl Linnenfeller und Rolf Schuster;  
Kontrolle des energiewirtschaftlichen Nutzens der Solar- und Windenergie zur Versorgung Deutschlands mit elektrischer Energie am Beispiel Juli 2013, (im August 2013)
- [26a] Karl Linnenfeller; Lastganglinien als Erfolgskontrolle der Energiewende mit Windenergie- und Fotovoltaik-Anlagen; BWK Bd.66 (2014) Nr1/2

- [27] Bundesnetzagentur; Bundeskartellamt; Monitoringbericht 2013  
Monitoringbericht gemäß § 63 Abs. 3 i. V. m. § 35 EnWG und § 48 Abs. 3 i. V. m. § 53 Abs. 3  
GWB Stand: Dezember 2013
- [28] Deutscher Bundestag, Drucksache 18/798, Daten zur Abregelung; 13.03.2014;
- [29] Ministerium für Energiewende, Landwirtschaft, Umwelt und ländliche Räume des Landes  
Schleswig-Holstein, Fragen und Antworten zu Abregelung und Entschädigungsansprüchen von  
Strom aus Erneuerbaren Energien in den Jahren 2012 und 2011 in Schleswig-Holstein;  
13.06.2013;
- [30] European Commission; The EU Emissions Trading System (EU ETS), ISBN 978-92-79-32962-3;  
Oktober 2013
- [31] Kaup; Kampeis; Studie zur Entwicklung des Energiebedarfs zentraler Raumluftechnischer  
Anlagen in Nicht-Wohngebäuden in Deutschland; Hochschule Trier, Umwelt-Campus Birkenfeld,  
15.06.2014
- [32] Ärztesforum Emissionsschutz Unabhängiger Arbeitskreis Erneuerbare Energien - Bad Orb  
Gefährdung der Gesundheit durch Windkraftanlagen (WKA), Okt. 2013
- [33] Detlef Krahe, Dirk Schreckenber, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler;  
Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die  
Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen,  
UBA Texte 40/2014,  
<http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall>
- [34] Bayerischen Landesamt für Umwelt; UmweltWissen – Klima und Energie, Windenergie in Bayern  
Neufassung: Juli 2012, Überarbeitung Sept. 2013
- [35] Bayerischen Landesamt für Umwelt; UmweltWissen – Klima und Energie, Windkraftanlagen –  
beeinträchtigt Infraschall die Gesundheit?“ Neufassung: März 2012, 4. aktualisierte Auflage:  
November 2014
- [36] LUBW: Tieffrequente Geräusche und Infraschall von Windkraftanlagen und anderen Quellen.  
Zwischenbericht über Ergebnisse des Messprojektes 2013-2014  
[http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223895/2015-02-04\\_Zwischenbericht\\_final.pdf?command=downloadContent&filename=2015-02-04\\_Zwischenbericht\\_final.pdf](http://www.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223895/2015-02-04_Zwischenbericht_final.pdf?command=downloadContent&filename=2015-02-04_Zwischenbericht_final.pdf)
- [37] Håkan Enbom; MD, PhD, HNO-Facharzt, Otoneurologe , Spezialist für Erkrankungen des  
Gleichgewichtsorgans  
Inga Malcus Enbom; HNO-Facharzt , Allergologin und Spezialistin für Überempfindlichkeits-  
reaktionen; beide HNO-Klinik Ängelholm, Schweden  
Infraschall von Windenergieanlagen– ein ignoriertes Gesundheitsrisiko  
Deutsche Übersetzung entnommen von  
<http://www.windwahn.de/index.php/krankheit-56/infraschall/schwedische-studie-ueber-infraschall>  
Originaltext im Schwedischen Ärzteblatt vom 06.August 2013:  
<http://www.lakartidningen.se/Opinion/Debatt/2013/08/Infrajud-fran-vindkraftverk---en-halsorisk/>
- [38] A. N. Salt, J.T. Lichtenhan; „Perception-based protection from low- frequency sound may not be  
enough“, InterNoise 2012. <http://oto2.wustl.edu/cochlea/>
- [39] A. N. Salt, J.T. Lichtenhan; “How does wind turbine noise affect people?” 2014  
<http://waubrafoundation.org.au/resources/salt-n-lichtenhan-j-t-how-does-wind-turbine-noise-affect-people/>  
<http://waubrafoundation.org.au/wp-content/uploads/2014/04/Salt-Lichtenhan-How-Does-Wind-Turbine-Noise-Affect-People.pdf>

- [40] Detlef Krahe, Dirk Schreckenber, Fabian Ebner, Christian Eulitz, Ulrich Möhler; Machbarkeitsstudie zu Wirkungen von Infraschall, Entwicklung von Untersuchungsdesigns für die Ermittlung der Auswirkungen von Infraschall auf den Menschen durch unterschiedliche Quellen, UBA Texte 40/2014, <http://www.umweltbundesamt.de/publikationen/machbarkeitsstudie-zu-wirkungen-von-infraschall>
- [41] Frank Kameier; Messung und Darstellung von Infraschall – abweichend von der DIN 45680, 2014; Fachhochschule Düsseldorf, Fachbereich Maschinenbau und Verfahrenstechnik, Fachgebiet Strömungstechnik und Akustik, Josef-Gockeln-Str. 9, 40474 Düsseldorf, Deutschland, Email: frank.kameier@fh-duesseldorf.de
- [42] EEG, Jahresgutachten 2014 der Expertenkommission Forschung und Innovation; übergeben an die deutsche Bundesregierung am 26. Februar 2014 <http://www.e-fi.de/gutachten.html>
- [43] ÄRZTEFORUM EMISSIONSSCHUTZ Bad Orb; Machbarkeitsstudie des Umweltbundesamtes zu den Wirkungen von Infraschall 2014; – Eine Auswahl der wichtigsten Zitate mit zusammenfassender Wertung – 20.12.2014
- [44] ÄRZTEFORUM EMISSIONSSCHUTZ Bad Orb; Windenergie und Abstandsregelungen, Abstand von Windenergie – eine wissenschaftsbasierte Empfehlung, Bad Orb, 15.12.2014
- [45] Kugler K, Wiegrebe L, Grothe B, Kössl M, Gürkov R, Krause E, Drexl M.; Low-frequency sound affects active micromechanics in the human inner ear, 18. August 2014 <http://rsos.royalsocietypublishing.org/>
- [46] Claire Paller; Exploring the Association between Proximity to Industrial Wind Turbines and Self-Reported Health Outcomes in Ontario, Canada, Master thesis, University of Waterloo, Ontario, Canada, 2014
- [47] Steven Cooper; THE RESULTS OF AN ACOUSTIC TESTING PROGRAM CAPE BRIDGEWATER WIND FARM 44.5100.R7:MSC; Prepared for: Energy Pacific (Vic) Pty Ltd, Level 11, 474 Flinders Street, MELBOURNE VIC 3000, Date: 26th Nov, 2014 <http://www.pacifichydro.com.au/files/2015/01/Cape-Bridgewater-Acoustic-Report.pdf> oder <https://www.wind-watch.org/documents/results-of-an-acoustic-testing-program-cape-bridgewater-wind-farm/>
- [48] Michael Bahtiarian, Allan Beaudry; Infrasound Measurements of Falmouth Wind Turbines Wind #1 and Wind #2, February 27, 2015, Prepared by: NOISE CONTROL ENGINEERING, LLC 799 Middlesex Turnpike, Billerica, MA 01821
- [49] M.A.Swinbanks; MAS Research Ltd, 8 Pentlands Court, Cambridge CB4 1JN, Direct Experience of Low Frequency Noise and Infrasound within a Windfarm Community. 6th International Meeting on Wind Turbine Noise, Glasgow 20-23 April 2015
- [50] Bundesverband für Windenergie (BWE), Hintergrundpapier Infraschall, März 2015: <https://www.wind-energie.de/sites/default/files/attachments/page/infraschall/20150312-hintergrundpapier-infraschall-windenergieanlagen.pdf>
- [51] Land Hessen, Hessisches Ministerium für Wirtschaft, Energie, Verkehr und Landesentwicklung (HMWEVL); Bürgerforum Energieland Hessen: Faktenpapier Windenergie und Infraschall (Entwurf, Feb. 2015), [http://www.energieland.hessen.de/faktenpapier\\_infraschall](http://www.energieland.hessen.de/faktenpapier_infraschall)
- [52] Kommentar der Ärzte für Immissionsschutz und des Ärzteforum Emissionsschutz Bad Orb zum Entwurf des „Faktenpapier Windenergie und Infraschall“ herausgegeben durch die Hessen Agentur GmbH im Auftrag des hessischen Wirtschaftsministeriums [19], Bad Orb, 17. April 2015

- [53] Engelen J, Wenzel P; Uppenkamp & Partner, Schalltechnischer Bericht der erweiterten Hauptuntersuchung zur messtechnischen Ermittlung der Ausbreitungsbedingungen für die Geräusche von hohen Windenergieanlagen zur Nachtzeit und Vergleich der Messergebnisse mit Ausbreitungsberechnungen nach DIN ISO 9613-2, LANUV NRW, Forschungsvorhaben Nr.14 1446 11-2, 11.11.2014
- [54] Manfred Schmidt, Müller BBM; Forschungsprojekt zu Kurven gleicher Lautstärke für DIN 45680, Abschlussbericht Nr. M111460/04, 30. März 2015
- [55] Martin Bauer, Tilmann Sander-Thömmes, Albrecht Ihlenfeld, Simone Kühn, Robert Kühler, Christian Koch; INVESTIGATION OF PERCEPTION AT INFRASOUND FRE-QUENCIES BY FUNCTIONAL MAGNETIC RESONANCE IM-AGING (FMRI) AND MAGNETOENCEPHALOGRAPHY (MEG), The 22nd International Congress on Sound and Vibration, Florence, Italy 12-16 July 2015
- [56] Engelen; Ahaus; Piorr; Messtechnische Untersuchung der Schallausbreitung hoher Windenergieanlagen, Lärmbekämpfung 2015-10 Nr.6
- [57] LUBW: Windenergie und Infraschall, Tieffrequente Geräusche von Windkraftanlagen. aktualisierte Fassung 2015-10, 6. Auflage  
<http://www4.lubw.baden-wuerttemberg.de/servlet/is/223628/>
- [58] Vorträge zu Schallemissionen von Windkraftanlagen  
Dr. med Johannes Mayer <https://www.youtube.com/watch?v=V5ZkfXbXmzo>  
Dr. Holger Repp <https://www.youtube.com/watch?v=YsqeM0913Ws>
- [59] Das Zusammenspiel Emissionshandel, EEG, Stromerzeugung und CO2-Einsparung  
<http://www.vernunftkraft.de/de/wp-content/uploads/2014/09/Vortrag-Gerhard-Artinger.pdf>
- [60] weitere Infos auch unter  
<http://www.vernunftkraft.de/>
- [61] Infos zu Schallbelastung siehe auch Deutsche Schutz-Gemeinschaft Schall für Mensch und Tier  
<https://www.dsigs.info/>
- [62] Werner Mathys, Jürgen F. Kammer, Björn Peters, Ferdinand Graf Spiegel, Globaler Klimaschutz und nationales Erneuerbare Energien Gesetz (EEG) - ein unlösbarer Widerspruch? 2020-11-14
- [63] Milbradt, Georg; Energiewende in Deutschland – Von der Sozialen Marktwirtschaft zur Planwirtschaft, 2020-11-25
- [64] Klaus Maier; Die Abrechnung mit der Energiewende, Der Energiewende-Check, 2020
- [65] André Thess; Sieben Energiewendemärchen? Eine Vorlesungsreihe für Unzufriedene, 2020-12