

Kontroverse Energiedebatte

Zu: F. Wagner, Physik Journal, Oktober 2019, S. 43

Der aufschlussreiche Beitrag von Friedrich Wagner offenbart eindrucksvoll die Folgen des politisch motivierten überstürzten Systemwechsels für die deutsche Stromversorgung. Gleichzeitig mit der Inkraftsetzung des Gesetzes zum Vorrang erneuerbarer Energien für die Stromerzeugung wurde der Ausstieg Deutschlands aus der friedlichen Nutzung der Kernenergie am 1. April 2000 beschlossen. Dies war der Beginn des Paradigmenwechsels von einer flexiblen nachfrageorientierten zu einer nicht planbaren, weil weitgehend intermittierenden Stromerzeugung mit Abnahmeverpflichtung ins Verteilernetz. Die beschlossene Abschaltung der deutschen Kernkraftwerke war gleichbedeutend mit der Aufgabe der halben Grundlastleistung unter Verzicht auf deren bedeutenden Beitrag zur CO₂-freien Stromerzeugung, der zwangsläufig durch fossil gefeuerte Kraftwerke ersetzt werden musste. Absehbar waren damit die negativen Folgen für die Netzstabilität wegen Fehlens von Speicherkapazität für die wetterbedingten und tageszeitlichen Schwankungen der erzeugten Elektroenergie und für die Umweltverträglichkeit im Hinblick auf die angestrebte Minderung der CO₂-Emissionen der Kraftwirtschaft.

Angesichts dieser erkennbaren Fehlentwicklungen der Energiewende beschloss die Bundesregierung im Oktober 2010 eine Verlängerung der Laufzeit der noch im Betrieb befindlichen Kernkraftwerke. Diesen sachlich begründeten Beschluss revidierte die Bundesregierung unmittelbar nach der Zerstörung des japanischen Kernkraftwerks Fukushima im März 2011. Ohne stichhaltige sicherheitstechnische Begründung wurde die sofortige Stilllegung von acht Kernkraftwerken in Deutschland verfügt und die Betriebsbeendigung der verbliebenen Anlagen schrittweise bis 2022 als Endtermin für das letzte

Die Redaktion behält sich vor, Leserbriefe zu kürzen.



Getty Images

Kernkraftwerk beschlossen, womit auf deren signifikanten Beitrag zur CO₂-freien Stromerzeugung willkürlich verzichtet wird. Die IAEA und die Fachwelt haben auf diesen Widerspruch hingewiesen und die Bedeutung der Kernkraft für eine wirtschaftliche, sichere und umweltverträgliche Stromversorgung in den Industrieländern hingewiesen.

Angesichts der im Beitrag von Friedrich Wagner im Details aufgeführten Fakten fallen sein Urteil zur Zwischenbilanz der Energiewende und seine Anregungen für deren weitere Umsetzung im Hinblick auf Versorgungssicherheit, Umweltrelevanz und Wirtschaftlichkeit nach meiner Einschätzung wohlwollend konstruktiv aus.

Prof. Dr. Helmut Völcker, Essen

Prof. Wagner zieht in seinem Artikel eine vernichtende Bilanz zu den bisherigen Erfolgen des Ausbaus erneuerbarer Energien zur Stromproduktion. Dabei geben die reichlich zitierten Grafiken und Zahlen den Anschein einer sachlichen, wissenschaftlichen Darstellung. Jedoch möchte ich Herrn

Wagners Schlussfolgerungen entschieden widersprechen, halte sie für tendenziös und rückwärtsgewandt.

Die Stromerzeugungsstruktur des 20. Jahrhunderts hat eine Vielzahl von kritischen und schädlichen Auswirkungen offenbart, von denen die Einflüsse auf das Klima die aktuell am meisten diskutierten sind. Es gibt gute Gründe sowohl für den Ausstieg aus der Kernenergie wie auch für den Ausstieg aus der Kohleverstromung. Die Kernenergie als die Zukunftslösung anzupreisen ignoriert völlig die damit verbundenen Risiken, wie sie uns Tschernobyl und Fukushima offenbart haben. Zudem ist die langfristige (End-)Lagerung der nuklearen Abfälle ungelöst.

Stattdessen sollten wir nach vorne schauen und die bisherigen Erfolge der Energiewende nicht schlecht reden. In Deutschland ist der Anteil der Stromproduktion aus erneuerbaren Energien zwischen 2002 und 2019 von 8,6 % auf 47,4 % gestiegen.¹⁾ Dazu hat das Erneuerbare-Energien-

1) S. Philipps und W. Warmuth, Photovoltaics Report, Fraunhofer ISE und PSE Conferences & Consulting GmbH (2019), bit.ly/32CWwh2

Gesetz (EEG) wesentlich beigetragen. Aber der durch das EEG hervorgerufene Schub beispielsweise für die Photovoltaik (PV) hat nicht nur in Deutschland Auswirkungen gehabt, sondern eine weltweite Dimension entfacht, welche in der Folge die Modulpreise im Zeitraum von 2006 bis 2018 auf weniger als 1/10 gesenkt hat. Selbst für kleine PV-Aufdachanlagen sind die Preise in Deutschland um über 75 % gesunken.¹⁾ Im angeblich sonnenarmen Deutschland liegen die Erzeugungskosten mit Freiflächen-PV inzwischen unter denen von Braunkohle.²⁾

Anstatt diese erheblichen Erfolge zu betonen, schürt Prof. Wagner Angst vor möglichen Risiken wie Netzengpässen. Tatsächlich sind die Netzausfälle laut Bundesnetzagentur³⁾ zwischen 2006 und 2018 um 35 % zurückgegangen. Mir sind als Elektroingenieur durchaus die Herausforderungen der Energiewende hin zu natürlich fluktuierenden Energieerzeugern bekannt. Wir sollten aber lieber nach Lösungen suchen als Angst zu schüren. Ich bin überzeugt davon, dass sich eine Energieversorgung mit 100 % erneuerbaren Energien nicht nur im Stromsektor technisch realisieren lässt, sondern auch im Wärme- und Mobilitätssektor. Umsetzungsszenarien dafür wurden bereits vor Jahren aufgezeigt.⁴⁾ Diese weiter zu entwickeln und zu optimieren im Hinblick auf Umwelt, Kosten und Sicherheit ist das Ziel, an dem wir mit großem Engagement arbeiten.

Dr. Tobias Repmann, Alzenau

Mit viel Interesse habe ich den Beitrag gelesen, vielen Dank. Was mich unangenehm berührt hat, war die Aussage, dass PV- und Windkraft-Anlagen in großer Anzahl demnächst still gelegt werden, da die 20-jährige Förderperiode ausläuft. Sind das nur Förderargumente oder gibt es auch technische Aspekte dazu?

Soweit mir bekannt ist, können PV-Anlagen weit länger betrieben werden, bis 35 Jahre werden angegeben. Auch bei Windkraftwerken erwarte ich eine längere Laufzeit, wobei es sicherlich immer wieder War-

tungsarbeiten und Teil-Erneuerungen geben wird. Dann können beide doch noch viel länger betrieben werden.

Abbauarbeiten oder Recycling von Windkraft-Anlagen sind auch sehr aufwändig und man weiß noch wenig darüber. Auch das spricht für längere Nutzung.

Wie groß ist der Anteil, der in den nächsten Jahr „alt“ wird? Wie sehen die Stromabnahmekonditionen bei Weiterbetrieb aus? Könnte man einfach eine modernere Anlage darüber bauen?

Dr. Guido Tschulena, Wehrheim

Eine rückblickende Bilanz der bisherigen Energiewende könnte eigentlich die zugrundeliegenden Rohdaten differenziert darstellen und bewerten. Es ist bedauerlich, dass dies in vorliegendem Beitrag versäumt wurde. Einige Beispiele:

- Der Strompreis setzt sich aus zahlreichen (länderspezifischen) Steuern und Abgaben zusammen, ein Vergleich von Bruttostrompreisen über Ländergrenzen hinweg ist deshalb irreführend. Sieht man sich die Preisbestandteile in Deutschland etwas genauer an,⁵⁾ gelangt man zu anderen Schlussfolgerungen als im vorliegenden Diskussionsbeitrag: So sind die Nettokosten für Einkauf, Netzentgelte und Vertrieb bei Haushaltsstrom zwischen 2008 und 2016 in etwa konstant geblieben, für Industriekunden um über 30 % gesunken.
- Das zunehmende Angebot erneuerbarer Energien verdrängt an der Strombörse die Angebote der teuersten Kraftwerke, lässt also die Börsenstrompreise sinken (Merit-Order-Effekt) und erniedrigt die Einkaufskosten für alle Stromkunden. In der Argumentation und bei der Berechnung der CO₂-Einsparung wird dieser positive Einfluss der erneuerbaren Energien aber unterschlagen.
- Der im Diskussionsbeitrag behauptete Verlust an Biodiversität, die Zunahme von Insektensterben und eine gesellschaftliche Spaltung in Folge des Ausbaus erneuerbarer Energien werden vom Autor nicht belegt.

Zur Bewertung der politischen Konsequenzen sollte man sich Folgendes in Erinnerung rufen: Die ursprüngliche Intention und Konstruktion des EEG zielte auf Technologieförderung durch Marktanreiz ab. Aus einer erwarteten kleinen Störung des damaligen konventionellen Kraftwerksmixes durch erneuerbare Energien wurde aufgrund von Lern- und Skaleneffekten jedoch wesentlich schneller als erwartet ein wesentlicher Wettbewerber mit über 30 % Marktanteil. Das EEG muss diesem wesentlichen neuen Umstand Rechnung tragen und reformiert werden. Dass der Aufbau der erforderlichen Stromspeicher als Herausforderung begriffen wird, ist richtig. Trotzdem bewegt man sich hier auf technologisch relativ sicherem Terrain und nicht in physikalischem Neuland.

Dr. Franz Karg, München

Ich möchte Prof. Dr. Wagner für die übersichtliche und, meiner Einschätzung nach, objektive Darstellung der verschiedenen Kennzahlen danken. In Anbetracht der gezeigten Fakten erscheinen die Schlussfolgerungen überaus nachvollziehbar. Allerdings würde ich gerne erfahren, ob bei den angeführten 17 Ct/kWh für den französischen Strommix die Kosten durch Atommüll bereits vollständig berücksichtigt wurden. Es besteht die Hoffnung, dass es zukünftig eine sinnvolle (technologische) Lösung geben könnte, doch nach meinem Kenntnisstand gibt es trotz jahrzehntelanger Bemühungen und diversen Initiativen auf der gesamten Welt bisher keine Lösung für die Atommüllentsorgung, die gleichzeitig als (langfristig) sicher, ökonomisch, ökologisch und politisch tragbar zu bewerten ist. Somit erscheint mir die Schlussfolgerung bzgl. der Kosteneffizienz verfrüht, wenn ein deutliches Risiko

2) Fraunhofer ISE, Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, März 2018, bit.ly/2W4QrCD

3) Bundesnetzagentur, bit.ly/2yBx1M7

4) H.-M. Henning und A. Palzer, Energiesystem Deutschland 2050, Fraunhofer ISE (2013), bit.ly/2od2t1L

5) www.bdew.de/media/documents/20160218_Folien-satz-Energie-Info-Erneuerbare-Energien-und-das-EEG-2016.pdf

von hohen Folgekosten besteht. Als ein mahndendes Beispiel seien hierbei die Ewigkeitskosten durch den Steinkohleabbau im Ruhrrevier angeführt, welche sich laut meinen Informationen auf rund 200 Millionen Euro pro Jahr belaufen.

Christian Bentler, Freiburg

Erwiderung von Friedrich Wagner zu Herrn Tschulenas Zuschrift

Das Argument der Stilllegung nach dem Ende der Förderung ist im Wesentlichen ein wirtschaftliches Argument, wobei die Technik über das Alter der Anlagen eine Rolle spielt. Solche Entscheidungen werden individuell von den Eignern der Anlagen getroffen. Onshore-Windkraft wurde laut BMWi von 2000 bis 2019 im Mittel mit 9,2 Cent/kWh und PV mit 41,7 Cent/kWh gefördert. Die Erlöse orientieren sich zukünftig an den Strompreisen der Strombörse. Die Folge sind gerade für die erste Betreibergeneration beträchtliche Einbußen, wie man an dem Verhältnis Marktwert der EEG-Strommengen zu EEG-Gesamtvergütung erkennen kann (gemittelt über den obigen Zeitraum): Für Wind beträgt das Verhältnis 0,37, für PV 0,11.

Ich erwarte eine Reaktion der Altbetreiber, wie sie von Spanien her bekannt ist. Dort wurden 2008 2,7 GW PV-Anlagen errichtet. 2009 wurden die Subventionen für PV drastisch gekürzt mit der Folge, dass von 2009 bis 2018 im Mittel nur noch jährlich 135 MW zugebaut wurden. Natürlich wurden die alten Anlagen weiter betrieben. Das Beispiel zeigt jedoch die wirtschaftliche Bedeutung der Vergütung.

Erratum

Zu M. Lindner, H.-C. Schultz-Coulon und F.-K. Thielemann, *Physik Journal*, November 2019, S. 32

Das MOND-Modell modifiziert das Zweite Newtonsche Gesetz für sehr kleine, gravitativ bedingte Beschleunigungen. Die Online-Version des Artikels (PDF und Blätterkatalog) enthält den korrekten Zusammenhang. Wir bitten, den Fehler in der Printausgabe zu entschuldigen.

Wie viele Anlagen von der 20-Jahr-Regelung betroffen sind, weiß ich nur aus den Medien. Erwartet werden etwa 4 GW Wind-Kapazität, die 2021 aus der Förderung fallen wird, und etwa 16 GW bis 2025. Ob alte Anlagen durch neue ersetzt werden, hängt von den Entscheidungen der Betreiber und von den neuen Regeln (z. B. Abstandsregeln) für Windkraftanlagen ab.

Zu Herrn Kargs Zuschrift

- **Strompreis:** Der Bruttopreis ist zu bezahlen. Er ist relevant unter anderem für Haushalte, die ihre Stromrechnung nicht mehr bezahlen können, und für die Industrie, die im internationalen Wettbewerb steht. Die EEG-Durchschnittsvergütung hat sich von 2008 auf 2016 von 12,7 auf 17 Cent/kWh erhöht.
- **Merit-Order-Effekt und CO₂-Einsparung:** Der tatsächliche Einsatz der fossilen Kraftwerke bestimmt die CO₂-Emissionen. Werden durch den Einspeisevorrang fossile Kraftwerke ersetzt, schlägt sich dies unmittelbar in den Emissionen nieder.
- **Biodiversität:** Jede saubere Windschutzscheibe belegt nach längerer Autofahrt das Insektensterben. Eine wissenschaftliche Darstellung für Deutschland findet sich in S. Seibold et al., *Nature* 574, 671 (2019).
- **Gesellschaftliche Spaltung:** Es gibt inzwischen mehr als 1000 Bürgerbewegungen gegen die Errichtung von Windkraftanlagen.

Zu Herrn Bentlers Zuschrift

Nach einem Gesetz von 2006 muss der Versorger Électricité de France (EDF) Rücklagen bilden für den Rückbau stillgelegter Kernkraftwerke und für die Endlagerung von langlebigem und hochradioaktivem Müll. Ein Endlager sollte 2035 zur Verfügung stehen. Nach den öffentlich zugänglichen Angaben von EDF beläuft sich die Rücklage im Jahr 2018 auf 51 Milliarden Euro – 27,1 Milliarden für den Rückbau und 23,9 Milliarden für

die Endlagerung. Das sind 2,84 Milliarden Euro mehr als 2017; die Rücklagen werden mit der Betriebsdauer der Kraftwerke weiter steigen. Aus dieser Angabe kann man den Anteil dieser zwei Zukunftsaufgaben am Strompreis abschätzen, auch wenn die Abgabe nicht explizit erhoben wird: Bei einer nuklearen Stromproduktion von etwa 400 TWh ergeben sich 0,7 Cent/kWh.

Ihre Frage nach der vollständigen Kostendeckung kann ich nicht belastbar beantworten. Nach amerikanischen Schätzungen für den Rückbau sind die Gelder nahezu vorhanden, nach deutschen Angaben bei weitem nicht. Ihre Frage zur Bewertung der Endlagerung nach den genannten Kriterien kann man versuchen, am Beispiel Finnlands einzugrenzen: Dort soll das Endlager auf Olkiluoto im nächsten Jahr betriebsbereit sein, mit geschätzten Kosten von drei Milliarden Euro. Das Endlager soll in hundert Jahren verfüllt, geschlossen und ohne weitere Überwachung belassen werden.⁶⁾

6) Zu den sozio-ökonomischen Aspekten der Endlagersuche in Finnland finden Sie mehr unter: <https://doi.org/10.1016/j.pnucene.2009.06.008>.