

10 Jahre nach Fukushima: Welche Folgen hat der Atomausstieg für die Energiewende?

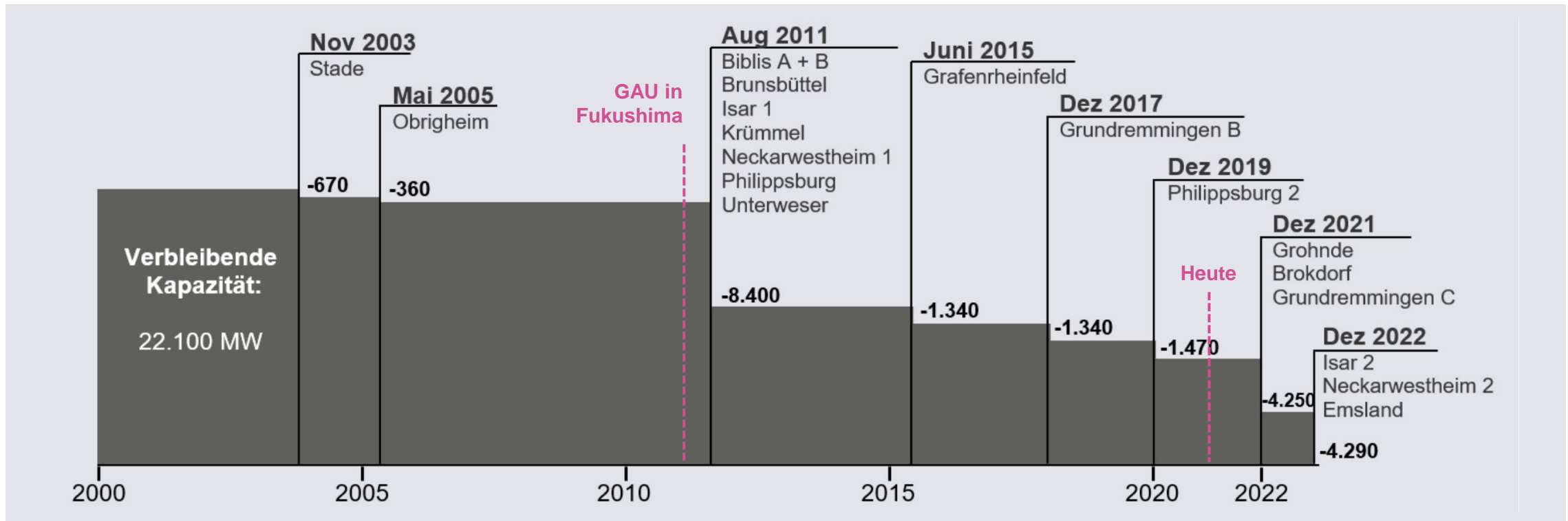
10 Antworten auf klassische Fragen

Dr. Patrick Graichen / Fabian Hein
MÄRZ 2021



Ausgangspunkt: Nach dem Super-GAU von Fukushima wurde der Atomausstieg von 2000 reaktiviert – seither wurden 11 AKWs abgeschaltet, 6 folgen bis Ende 2022

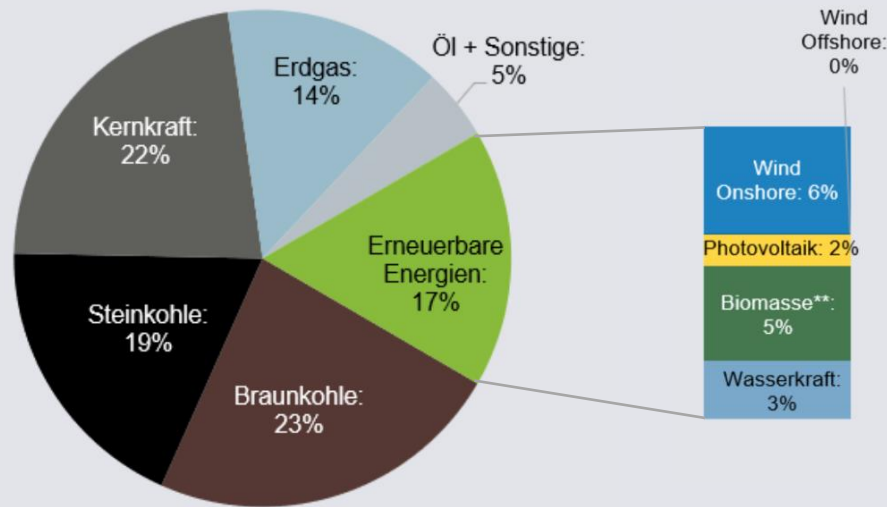
Vereinbarte Stilllegung der Kernkraftwerke im Rahmen des Kernenergieausstieges 2000 - 2022



Eigene Darstellung nach Energytransition.org

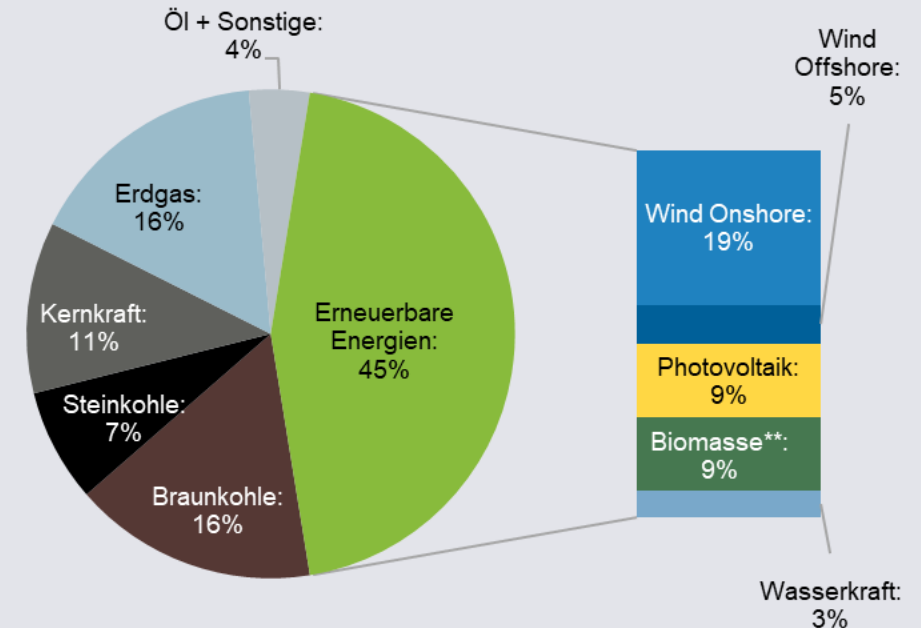
(1) Wie hat sich der Anteil von Atomstrom seit 2011 geändert?
Der Anteil der Atomkraft am Strommix halbierte sich von 22% auf 11%, der Anteil der Erneuerbaren stieg von 17% auf 45%.

Strommix 2010



Agora Energiewende (2021)

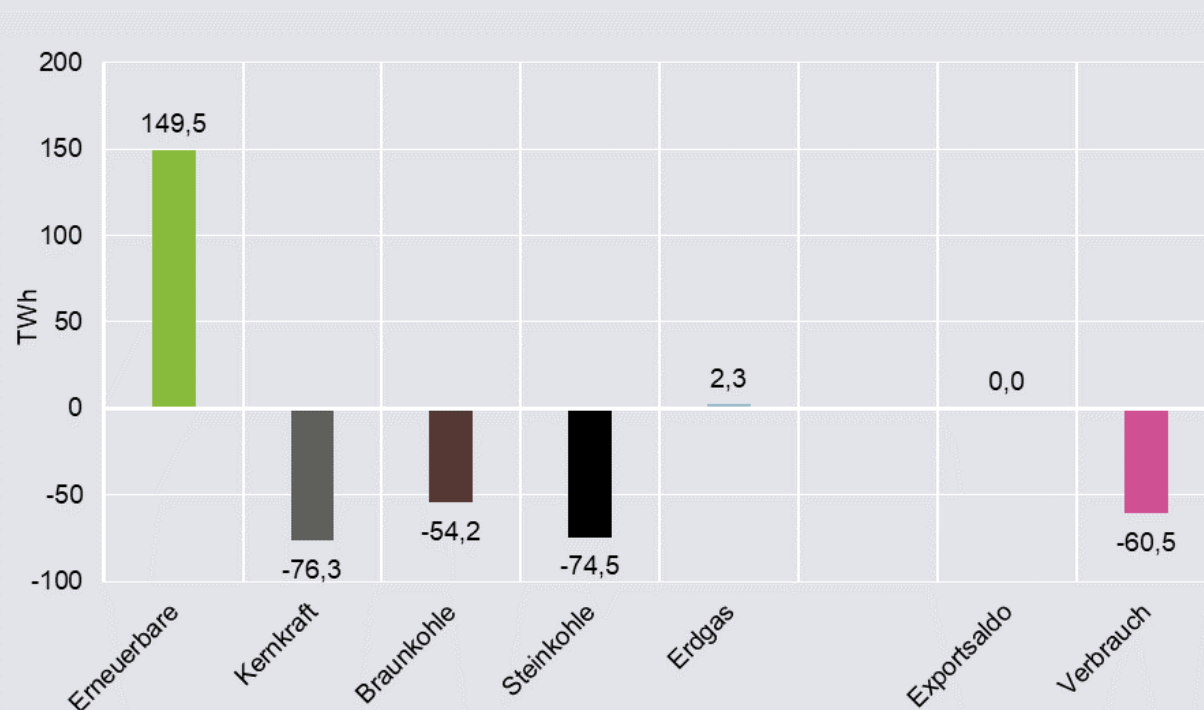
Strommix 2020* (*vorläufige Angaben)



Agora Energiewende (2021), **inkl. biogenem Hausmüll

(2) *Entstand durch den Atomausstieg eine Stromlücke?* **Der Zuwachs bei den Erneuerbaren hat den Wegfall des Atomstroms überkompensiert – um fast das Doppelte**

Entwicklung von Stromerzeugung und -verbrauch 2020 vs. 2010



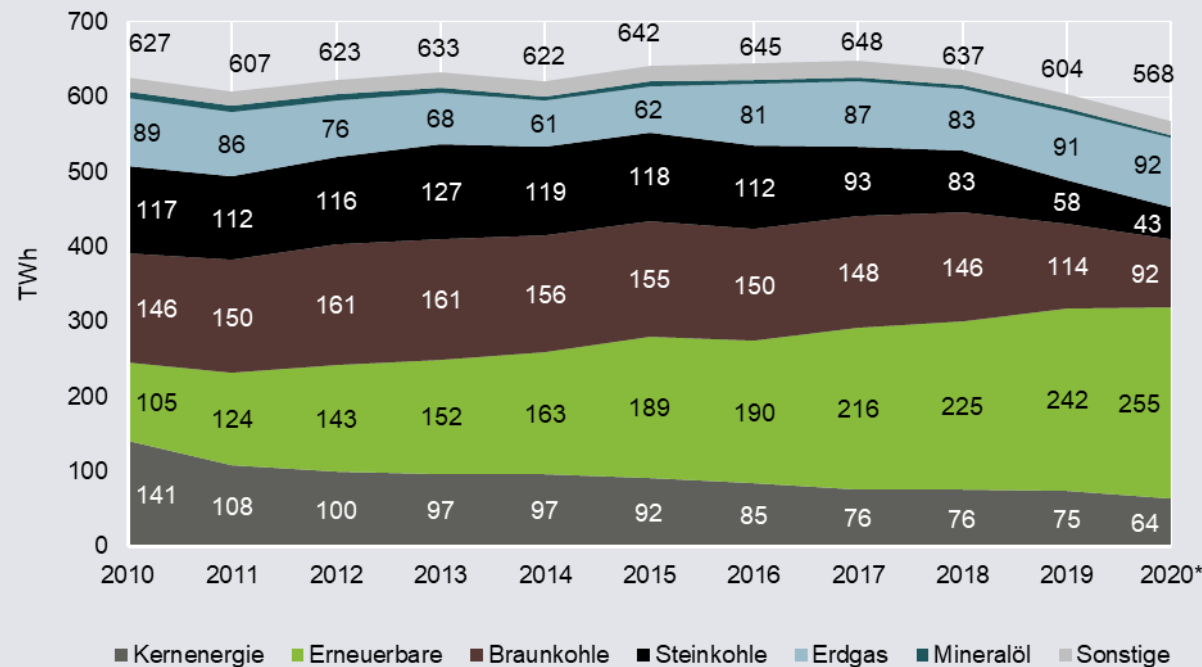
AG Energiebilanzen, *vorläufig

- Eine „Stromlücke“ (wie sie beim Atomausstieg befürchtet wurde) hat es nicht gegeben, ebenso wenig höhere Gasimporte als Ersatz.
- Seit 2010 ist die Stromerzeugung aus Kernkraftwerken um 76 TWh gesunken, während die Erzeugung aus Erneuerbaren Energien um 150 TWh gestiegen ist – der Atomausstieg wurde insofern durch die Erneuerbaren Energien weit überkompensiert.
- Die Stromproduktion aus Erdgas liegt 2020 fast exakt auf dem Niveau von 2010, Kohle ist in den letzten Jahren deutlich gesunken.
- Der deutlich gesunkene Stromverbrauch 2020 hat v.a. Corona-bedingte Gründe – für 2021 ist eher wieder mit einem höheren Stromverbrauch zu rechnen.

(3) Wie stellt sich der Atomausstieg im Zeitverlauf dar?

Bisher ist erst gut die Hälfte des Atomausstiegs erfolgt,
Ende 2021 und 2022 folgen noch 2 wichtige Etappen

Bruttostromerzeugung nach Energieträgern 2010-2020

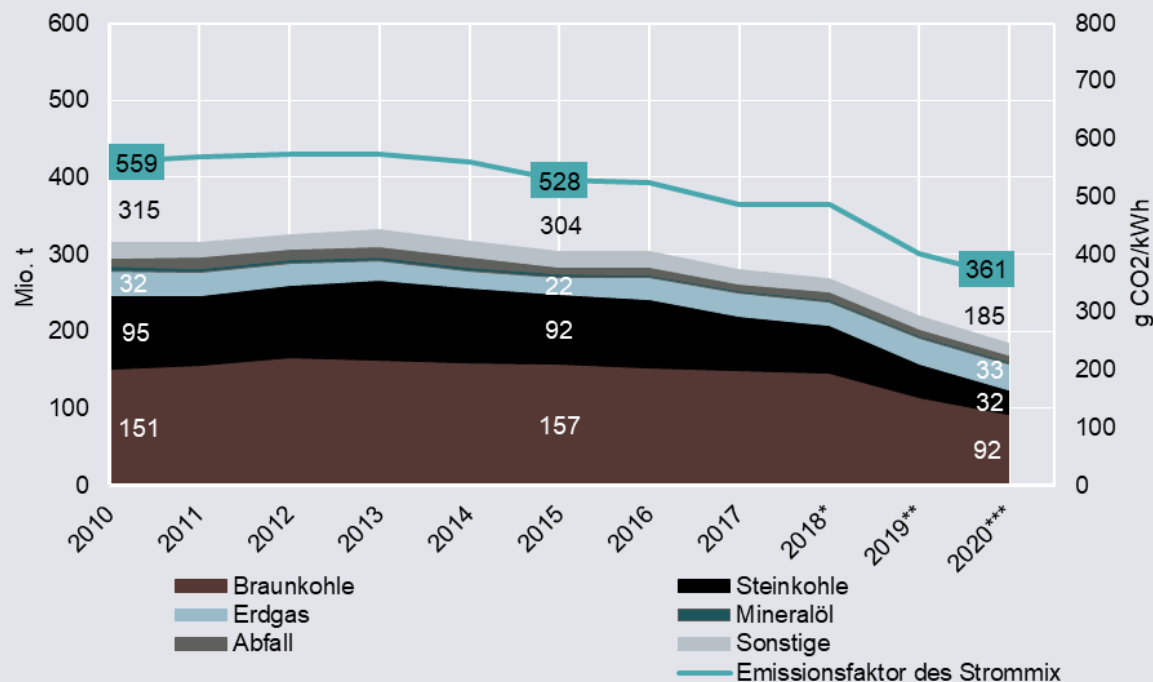


AG Energiebilanzen, *vorläufig

- Durch die Abschaltung von 8 Atomkraftwerken im Jahr 2011 sind die Kernkraftstrommengen von 2010 bis 2012 deutlich um 40 TWh (von 141 auf 100 TWh) gesunken, in den 8 Jahren danach nochmal um etwa diese Menge. Dies wurde durch den Zuwachs an Erneuerbaren bis 2020 um das Doppelte überkompensiert.
- Zum 31.12.2021 und 31.12.2022 gehen erneut deutliche Kernkraftstrommengen in Höhe von insgesamt 64 TWh vom Netz.
- Damit die Erneuerbaren Energien diese wegfallenden Atomstrommengen CO₂-frei ersetzen können, muss schnell ein zusätzlicher Ausbau erfolgen, insbesondere da nach der Corona-Krise wieder von einem steigenden Stromverbrauch auszugehen ist.

(4) Hat der Atomausstieg die CO₂-Emissionen steigen lassen? Die Emissionen blieben bis 2015 relativ hoch – erst seither sinken sie wegen den Erneuerbaren und höheren CO₂-Preisen

CO₂-Emissionen des Stromsektors 2010-2020



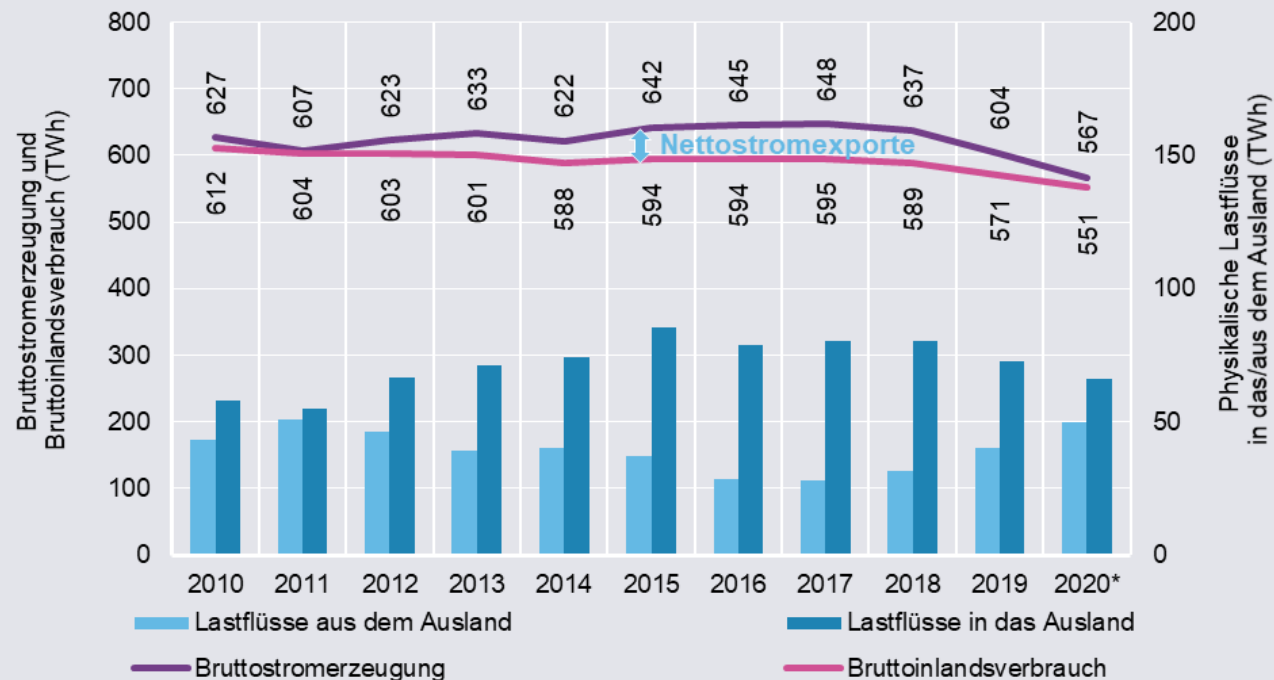
UBA 2020 (*vorläufig, **Schätzung UBA), ***eigene Berechnungen

- Der Atomausstieg hat, entgegen den Befürchtungen 2011, nicht zu steigenden CO₂-Emissionen im Stromsektor geführt.
- Allerdings sind die CO₂-Emissionen bis 2015 auch kaum gesunken – die Erneuerbaren Energien haben den Atomausstieg kompensiert, und erst seit die CO₂-Preise spürbar steigen, sind die Kohle-Emissionen deutlich gesunken.
- Wären die Atomkraftwerke 2011 am Netz geblieben *und* gleichzeitig die Erneuerbaren Energien weiter ausgebaut worden, wäre die Kohleverstromung und damit die CO₂-Emissionen früher schneller gesunken.
- Es ist jedoch mehr als fraglich, ob der Erneuerbaren-Ausbau auch ohne Atomausstieg so stark stattgefunden hätte.

(5) Hat Deutschland mehr (Atom-)Strom importiert?

Nach 2011 wurde Deutschland zum Stromexportland, in den letzten Jahren ist die Bilanz wieder ausgeglichener geworden

Stromerzeugung, -verbrauch, sowie Stromlastflüsse in das/aus dem Ausland

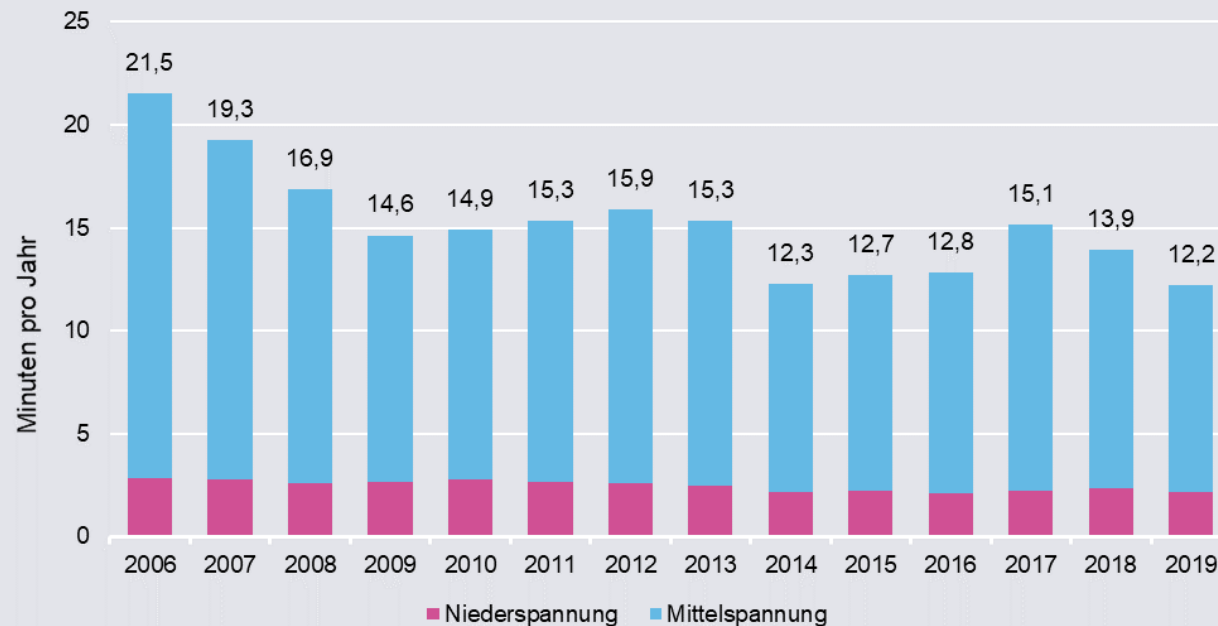


Agora Energiewende 2021

- Entgegen einer oft geäußerten These ist Deutschland aufgrund des Atomausstiegs nicht zum Strom-Importeur geworden – im Gegenteil nahmen die Stromexporte nach 2011 stetig zu.
- Gerade im Stromhandel mit Frankreich war Deutschland in den vergangenen Jahren immer Netto-Exporteur.
- Ursache war, dass der Zuwachs an Erneuerbaren Energien in Deutschland in Kombination mit niedrigen CO₂-Preisen dafür gesorgt hat, dass deutscher Kohlestrom im Zeitraum 2011-2017 zunehmend an die Nachbarländer exportiert wurde.
- Seit die CO₂-Preise im EU-Emissionshandel steigen und der Erneuerbaren-Ausbau auch in den Nachbarländern zunimmt, sinken die deutschen Exporte wieder.

(6) Hat die Strom-Versorgungssicherheit gelitten? **Die Strom-Ausfallzeiten sind im internationalen Vergleich sehr niedrig und seit 2011 nochmals weiter gesunken**

System Average Interruption Duration Index (SAIDI) für Deutschland

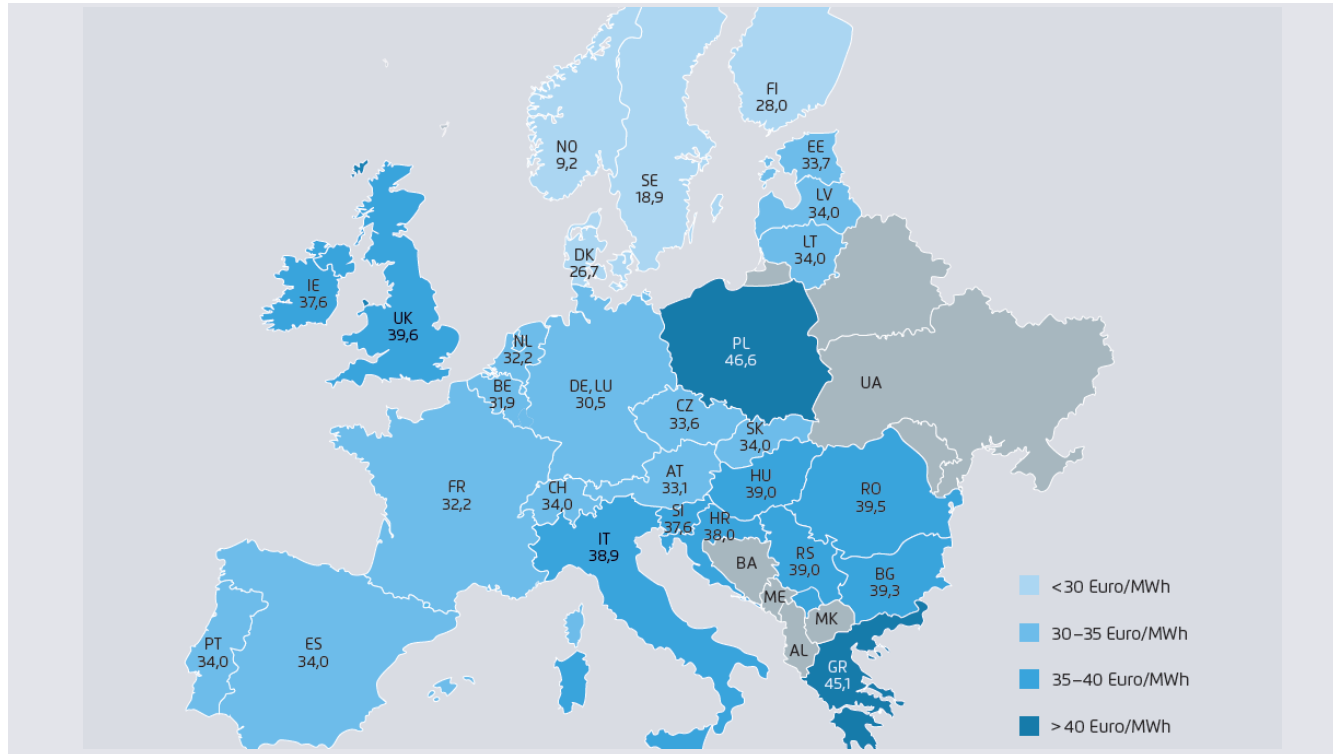


Bundesnetzagentur (2020)

- Eine im Kontext des Atomausstiegs oft geäußerte Befürchtung war, dass das Niveau an Versorgungssicherheit nachlassen würde.
- Tatsächlich sinken die Stromausfallzeiten in Deutschland seit Beginn der Veröffentlichung von Daten 2006 kontinuierlich und liegen im internationalen Vergleich am untersten Rand.
- Die durchschnittliche Unterbrechungsdauer je Letztverbraucher betrug 2019 12,2 Minuten. Dies ist die bisher geringste Ausfallzeit seit Beginn der Datenerhebung.
- Laut Bundesnetzagentur hat die Energiewende und der steigende Anteil dezentraler Erzeugungsleistung keine negativen Auswirkungen auf die Strom-Versorgungsqualität in Deutschland.

(7) Sind durch den Atomausstieg die Strompreise gestiegen? Deutschland hat nach den skandinavischen Ländern regelmäßig die niedrigsten Strompreise in Europa

Börsenstrompreise in Europa 2020

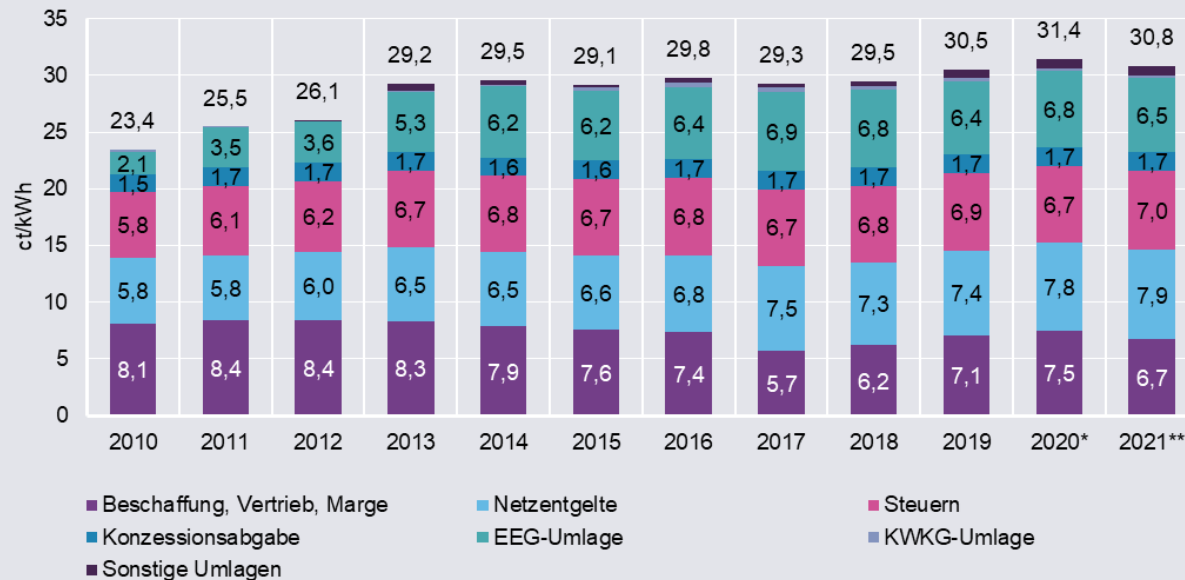


Agora Energiewende 2021

- Eine im Zuge des Atomausstiegs oft geäußerte Befürchtung waren steigende Strompreise.
- An der Strombörse ist Strom jedoch aufgrund des hohen Erneuerbare-Energien-Anteils in Deutschland sehr günstig – nur die skandinavischen Länder mit ihren hohen Wasserkraft-Anteilen haben noch niedrigere Strompreise
- Der Börsenstrompreis in Deutschland ist in den letzten Jahren immer unter dem Preis in Frankreich gewesen, dem Land mit den meisten Atomkraftwerken
- Industrieprozesse im Bereich der energieintensiven Grundstoffindustrie, die von Steuern, Abgaben und Umlagen weitgehend befreit sind, genießen daher in Deutschland relativ günstige Strompreise

(8) Sind die Belastungen für Privathaushalte gestiegen? Bis 2013 stieg der Strompreis für Privathaushalte stark an, seither pendelt er um die 30 ct/kWh

Haushaltsstrompreise 2010-2021



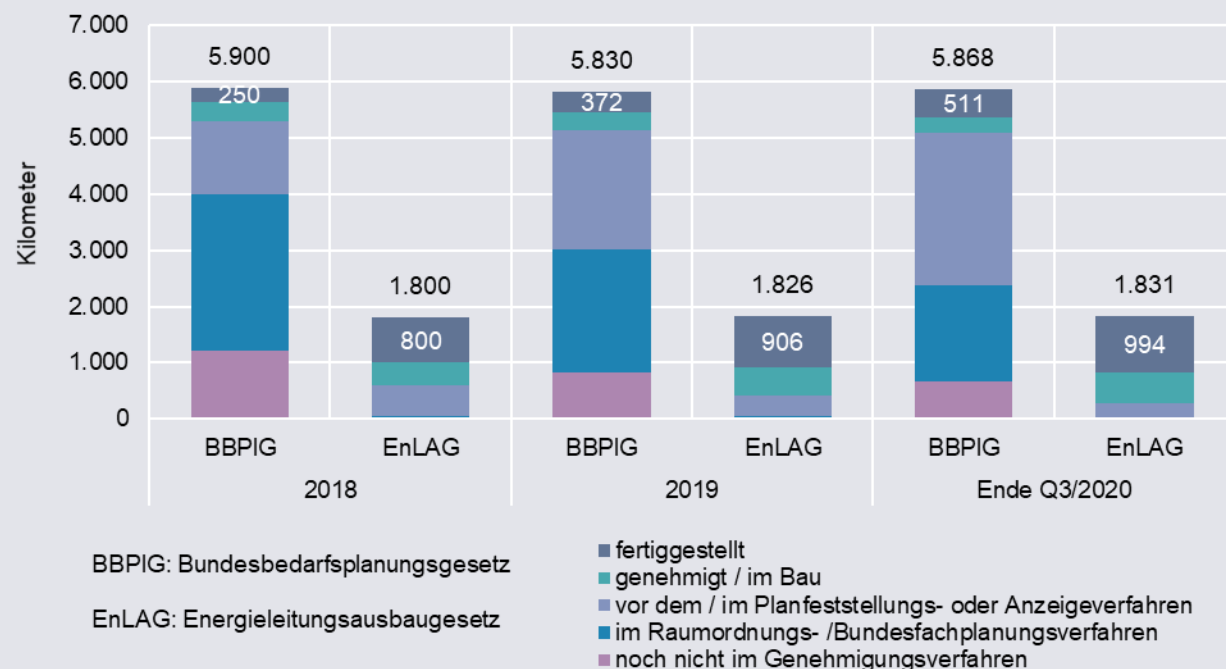
*Mit je zur Hälfte 16 und 19% MWSt berechnet; **vorläufig

- Eine im Zuge des Atomausstiegs oft geäußerte Befürchtung waren steigende Strompreise für Privathaushalte.
- Diese sind tatsächlich seit 2010 gestiegen – zentraler Grund war jedoch die EEG-Umlage und nicht der Atomausstieg. Aufgrund der Förderung von Biomasse und damals noch teuren Solaranlagen erhöhte sich diese von 2 auf 6 ct/kWh, ist seit 2014 aber im Wesentlichen konstant.
- Industrie und Gewerbe erhalten aus Wettbewerbsgründen zahlreiche Ausnahmen von den Steuern, Abgaben und Umlagen und zahlen daher deutlich niedrigere Strompreise als Privathaushalte.

(9) Stieg durch den Atomausstieg der erforderliche Netzausbau?

Der Atomstrom wird weitgehend durch Windstrom ersetzt, der aus dem Norden nach Süden transportiert werden muss

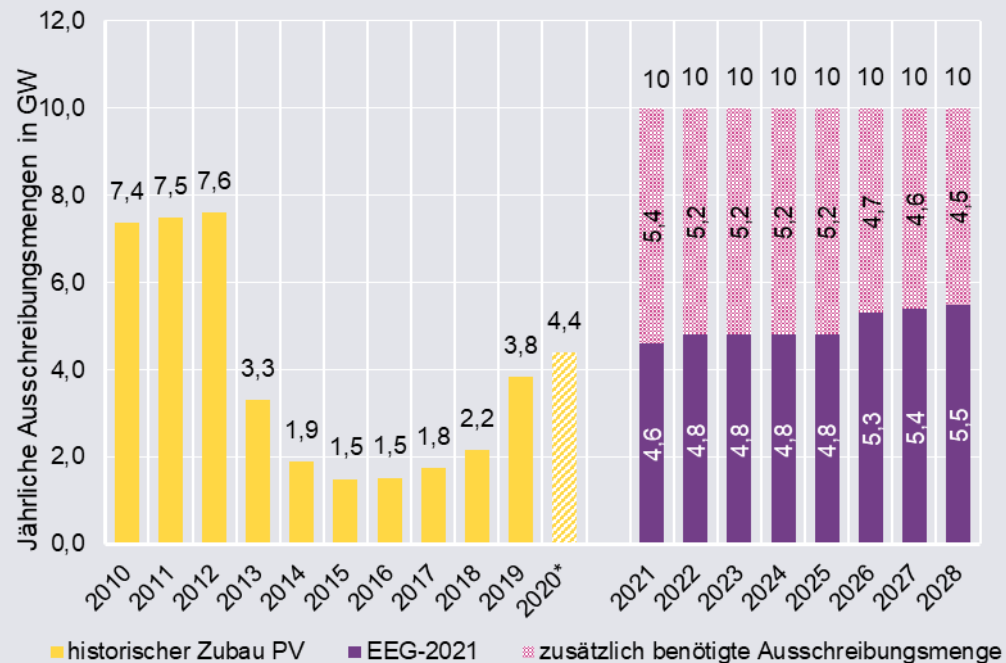
Stand des Netzausbaus in Deutschland (Ende Q3/2020)



- Da viele Atomkraftwerksstandorte im Süden Deutschlands waren, führt der Atomausstieg zu einem erheblichen zusätzlichen Strombedarf in Bayern und Baden-Württemberg.
- Dieser wird zu großen Teilen durch Windkraft gedeckt, die weitgehend im Norden Deutschlands und als Offshore in Nord- und Ostsee erzeugt wird. Ein Umbau des Stromnetzes mit zusätzlichen Nord-Süd-Trassen ist daher nötig.
- Von den insgesamt 7.669 Kilometer umfassenden geplanten Vorhaben aus Bundesbedarfsplangesetz und Energieleitungs-Ausbaugesetz wurden bis zum Ende des dritten Quartals 2020 1.505 Kilometer fertiggestellt. Dies entspricht einer Realisierungsquote von 20 Prozent.

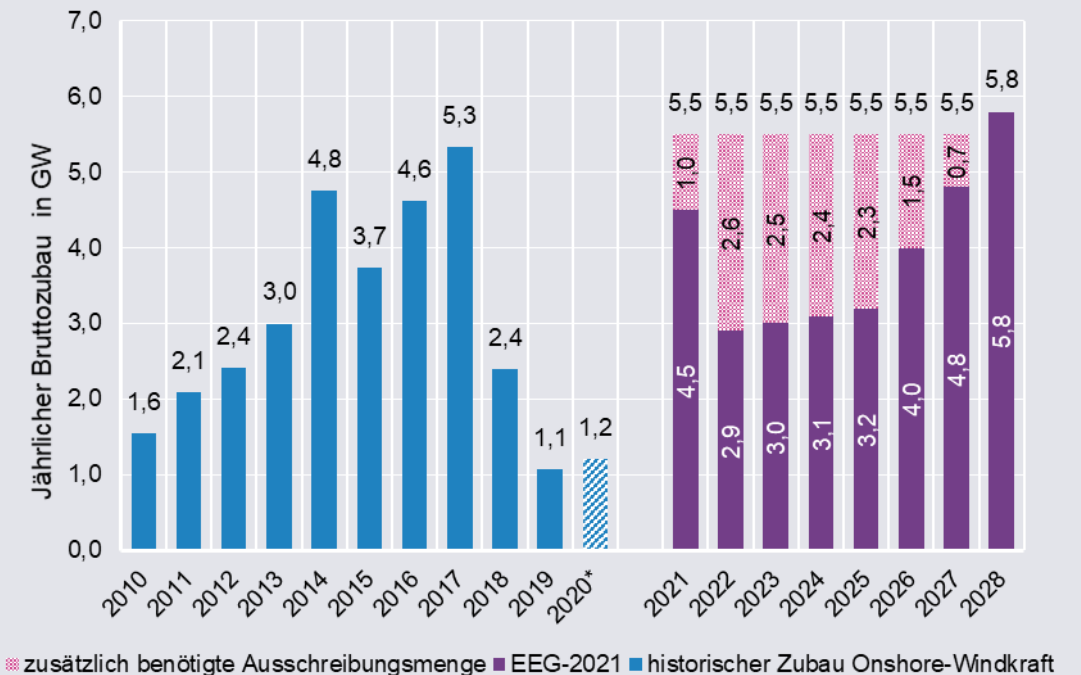
(10) Wie wird der Atomausstieg 2021/2022 kompensiert? **Damit Erneuerbare die bald wegfallenden Atomstrommengen decken können, muss der Ausbau rasch beschleunigt werden**

Zubau bei Photovoltaik 2010-2020 und benötigter Ausbau 2021ff



Agora Energiewende (2020)

Zubau bei Wind an Land 2010-2020 und benötigter Ausbau 2021ff

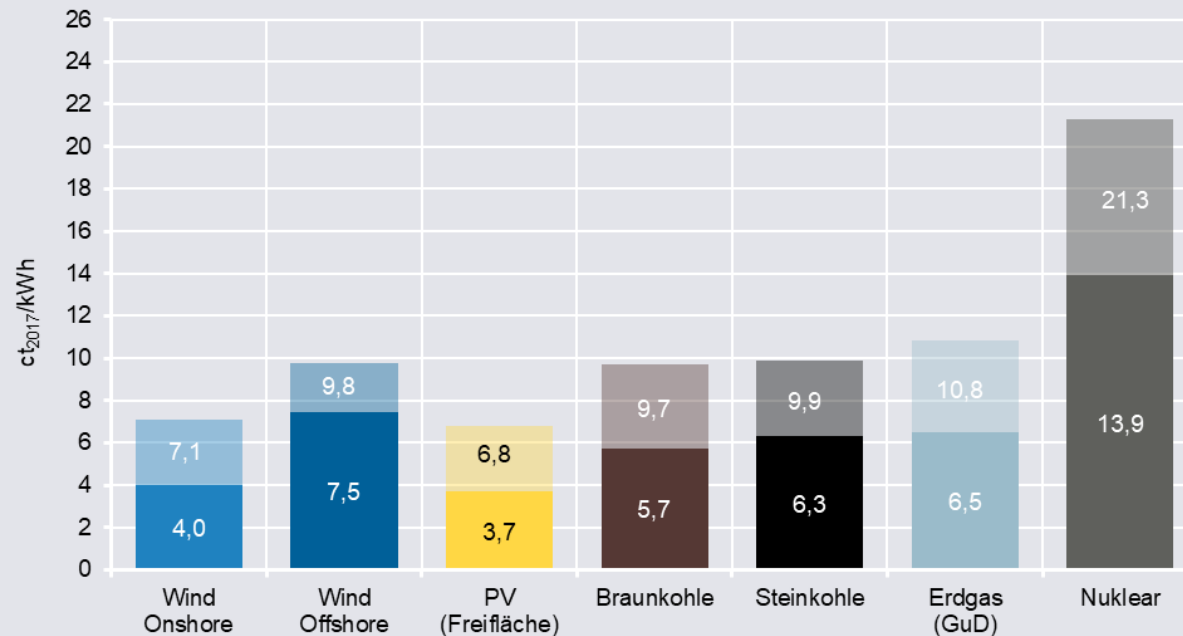


Agora Energiewende (2020)

Ausblick: *Gibt es eine Renaissance der Atomkraft?*

Atomkraftwerke sind im Bereich der Neuanlagen die bei weitem teuerste Technologie, Strom zu erzeugen

LCOE einzelner Stromerzeugungstechnologien in Deutschland 2017



Eigene Berechnungen auf Basis von Prognos und Fichtner (2017), Fraunhofer ISE (2018), Lazard (2020)

- Neue Wind- und Solaranlagen sind mittlerweile konkurrenzfähig mit konventionellen Stromerzeugungstechnologien – und deutlich günstiger als Strom aus neuen Atomkraftwerken.
- Wind- und PV-Technologiekosten sinken weiter, an günstigen Standorten auf der Welt kann Wind- und Solarstrom für unter 2 Cent/kWh hergestellt werden und ist damit die mit Abstand günstigste Art Strom herzustellen.
- Die Kosten fossiler Kraftwerke hängen entscheidend von den CO₂-Kosten ab.
- Eine Renaissance der Atomenergie ist daher allein aus Kostengründen nicht zu erwarten, hinzu kommen die langen Bauzeiten von 10 bis 15 Jahren. Der Kernenergie-Anteil am Strommix verharnt daher seit Jahren bei 10%.

Agora Energiewende
Anna-Louisa-Karsch-Str.2
10178 Berlin

T +49 (0)30 700 1435 - 000
F +49 (0)30 700 1435 - 129
www.agora-energiewende.de

✉ Abonnieren sie unseren Newsletter unter
www.agora-energiewende.de
🐦 www.twitter.com/AgoraEW



Vielen Dank für Ihre Aufmerksamkeit!

Haben Sie noch Fragen oder Kommentare? Kontaktieren Sie mich gerne:

fabian.hein@agora-energiewende.de

Agora Energiewende ist eine gemeinsame Initiative der Stiftung Mercator und der European Climate Foundation.



Titelbild: Dan Meyers, Unsplash