

Kraftwerke: konventionelle und erneuerbare Energieträger – Teil 2 von 3

geschrieben von Andreas Demmig | 6. Februar 2022

Andreas Demmig

Nachdem ich **Kraftwerke: konventionelle und erneuerbare Energieträger – Teil 1 von 3** für Sie gelesen und zusammengestellt habe, hier nun die Webseite der Bundesnetzagentur

update:

<https://eike-klima-energie.eu/2022/02/12/kraftwerke-konventionelle-und-erneuerbare-energietraeger-teil-3-von-3/>

Aktuelle Erzeugungsanlagen (Stand 15. November 2021) in formiert.

Nettonennleistung gesamt 232,7 GW

davon am Strommarkt 222,3 GW

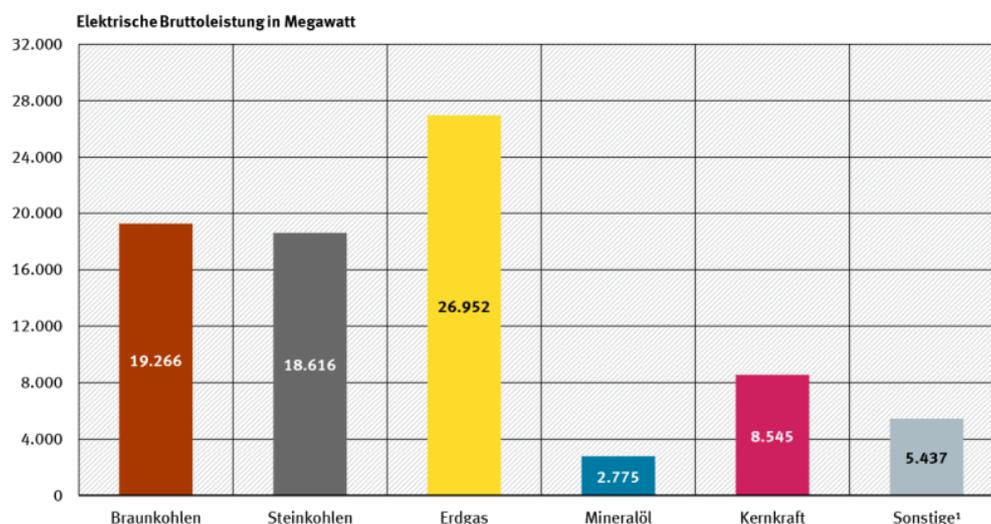
davon Erneuerbare Energieträger 134 GW

davon mit Zahlungsanspruch nach dem EEG (zum 30.06.2021) 130,1 GW

Daraus errechnen sich 98.693 GW Dargebotsunabhängige Erzeugungskapazitäten⁴

⁴ dargebotsunabhängige Energieträger sind alle Energieträger mit Ausnahme der erneuerbaren Energieträger wie Lauf- und Speicherwasser, Photovoltaik und Wind.

Installierte elektrische Leistung von konventionellen Kraftwerken ab 10 Megawatt nach Energieträgern



¹ Gichtgas, Grubengas, Konvertergas, Raffineriegas, Synthesegas, Diesel, Haus- und Industrieabfall, Ersatzbrennstoffe

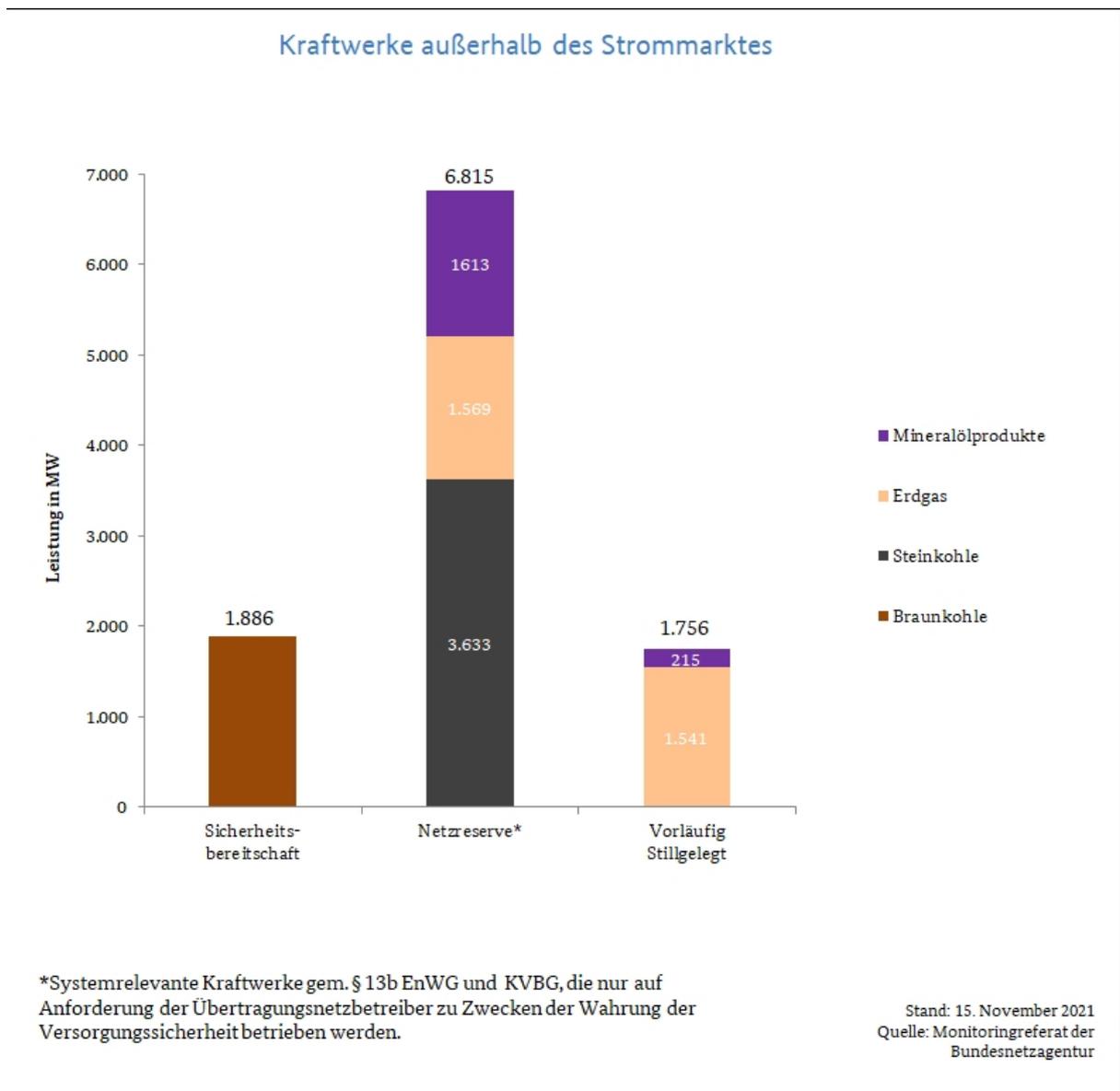
Quelle: Umweltbundesamt, Stand 03/2021

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Kraftwerksliste/start.html

Im Teil 1 meiner Ausarbeitung fiel einem unserer Leser auf, dass obige Differenz: Gesamt 232,7 GW minus Erneuerbare 134 GW die Zahl 98,7 GW **dargebotsunabhängige** Kraftwerke ergibt, in der Grafik darüber: konventionelle Kraftwerke Summe 81,5 GW (ohne Kernkraft 73 GW) zu erkennen ist.

In meiner Exceltabelle weiter unten: **Restkapazität** – finden Sie den niedrigen Wert zusammengestellt.

Die Bundesnetzagentur summiert im Aufmacher alle Kraftwerke auf, in der Gesamt-Nennleistung sind auch die Kraftwerke außerhalb des Strommarktes enthalten:



Als Netzreserve: Systemrelevante Kraftwerke mit 6.815 MW (Öl, Erdgas, Steinkohle), zusätzlich auch noch Sicherheitsbereitschaft (Braunkohle!) mit

1.886 MW.

Vorläufig stillgelegt – Erdgas und Öl – es ist mir unklar, ob diese evtl. im Notfall genutzt werden können?

Auf vorstehender Webseite finden sie auch den Link : Kraftwerksliste der Bundesnetzagentur (Stand: 15. November 2021) (xlsx / 436 KB)

Die Bundesnetzagentur führt weiter aus:

Aufgrund ihrer Bedeutung für die Versorgungssicherheit veröffentlicht die Bundesnetzagentur dabei wesentliche Kenndaten von

- im Probetrieb und im Bau befindlichen Kraftwerken, die dargebotsunabhängig⁴ sind,
- erwartete Stilllegungen von dargebotsunabhängigen Kraftwerken bis zum Jahr 2024 [endgültige Stilllegungen, unterteilt nach Stilllegungen mit **Stilllegungsanzeige (StA)** und darüberhinausgehenden Meldungen aus dem Monitoring],
- Stilllegungen von Kraftwerken nach Ablauf der Braunkohle-Sicherheitsbereitschaft.
- Stilllegungen von Braunkohleanlagen ab 150 MW gem. KVBG
- Stilllegungen oder Umrüstungen von Steinkohleanlagen und Braunkohle-Kleinanlagen durch Ausschreibungen zur Reduzierung der Kohleverstromung nach dem KVBG
- Stilllegungen von Kernkraftwerken gem. Atomgesetz (AtG)

Dargebotsunabhängige Erzeugungskapazitäten (Stand 15. November 2021)

- in Bau / im Probetrieb 3,6 GW
[das ist die Summe erwarteter Neubau, hauptsächlich Erdgas, etwas Pumpspeicher]

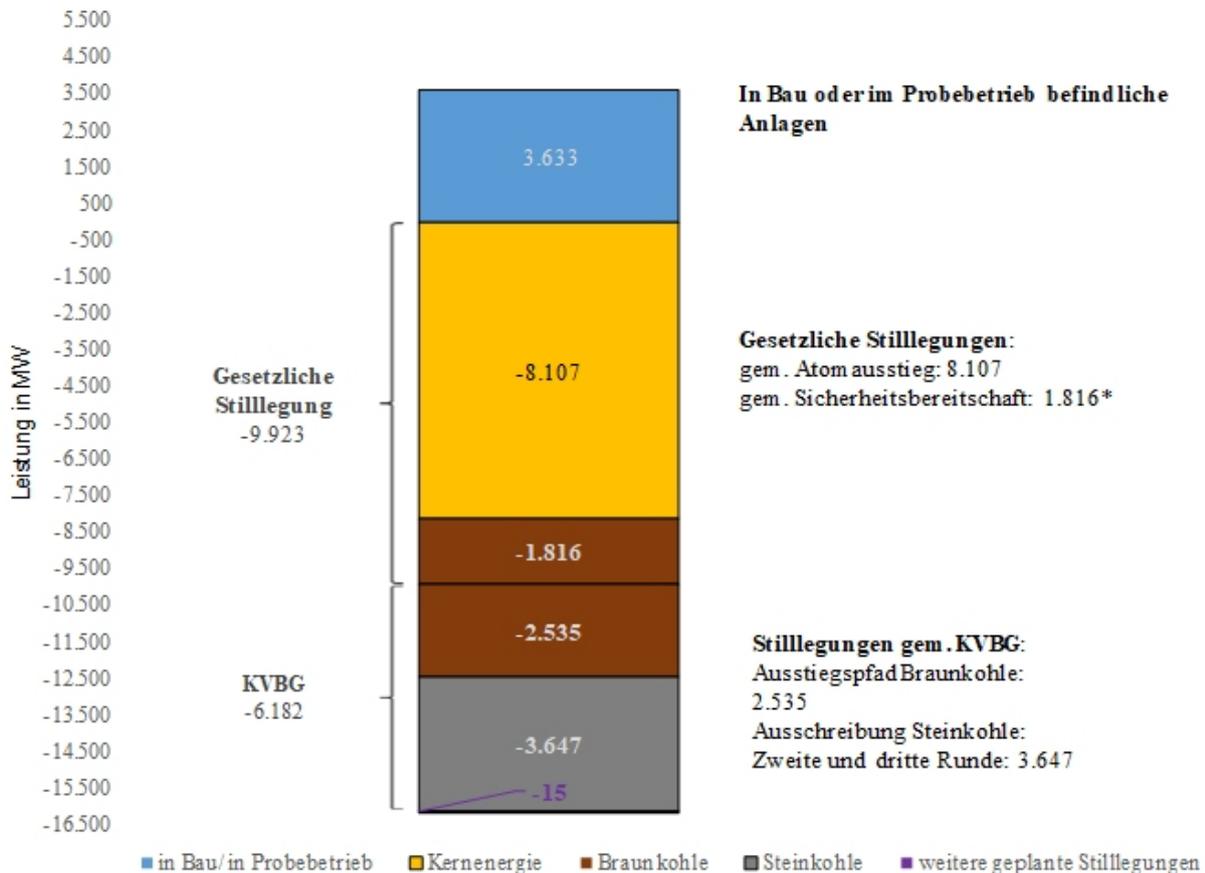
Erwartete Stilllegungen oder Umrüstungen durch Ausschreibungen zur Reduzierung der Kohleverstromung nach dem KVBG bis 2024

- 0,01 GW endgültige Stilllegungen mit StA
- – 8,1 GW Stilllegung von Kernkraftwerken
- 1,8 GW Stilllegung nach Ablauf der Braunkohle-Sicherheitsbereitschaft
- 2,5 GW Stilllegung von Braunkohleanlagen gem. KVBG
- 3,6 GW Anlagen mit Kohlestromvermarktungsverbot aus der zweiten und dritten Ausschreibungsrunde gem. KVBG*

[Abbau, Stilllegung bis 2024 16,1 GW]

In der angebotenen Excel Liste, finden Sie auch diese Grafik

Erwarteter Zubau und aus dem Markt ausscheidende dargebotsunabhängige Kraftwerksleistung bis 2024



*Die installierte Leistung der Kraftwerke in Sicherheitsbereitschaft gem. § 13g EnWG sind dem Gesetzesentwurf der Bundesregierung des Strommarktgesetzes vom 20. Januar 2016 (BT-Drs: 18/7317) Begründung zu § 13g Seite 102 entnommen.

Datenstand: 15. November 2021
Quelle: Monitoringreferat der Bundesnetzagentur

Veröffentlichung Zu- und Rückbau (Stand: 15. November 2021) (xlsx / 39 KB)

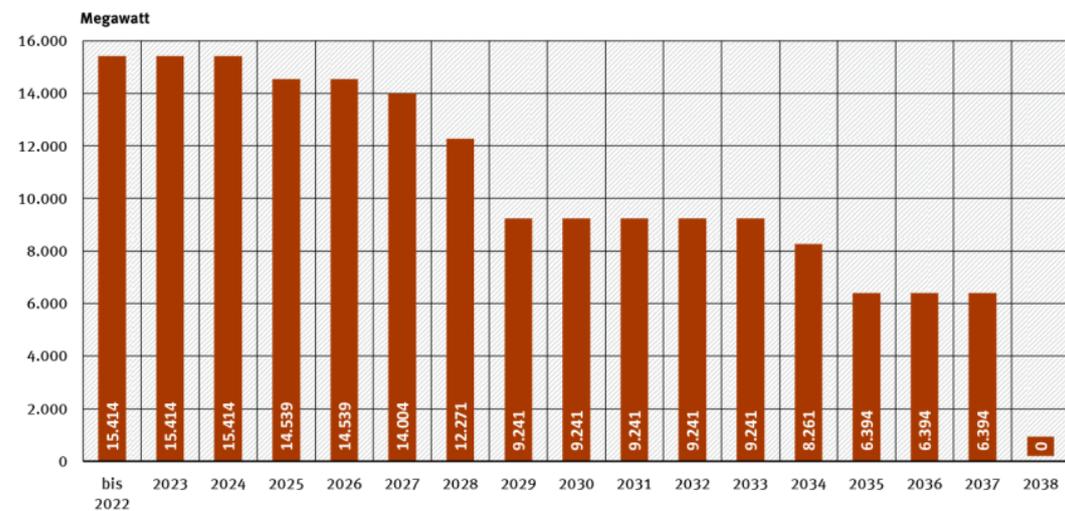
Kennen Sie die Abkürzung KVBG ? Das könnte heißen:
Kirchenvorstandsbildungsgesetz (KVBG) Ist hier aber nicht gemeint. [– ein eingeschobener Scherz, bei dieser traurigen Angelegenheit – Demmig]

Sondern: https://www.umwelt-online.de/recht/energie/kvbg_ges.htm
Kohleverstromungsbeendigungsgesetz, äh ... beendigung ..

In 2037 soll dann das letzte Kohlekraftwerk abgeschaltet werden.

Stromerzeugungskapazitäten aus Braunkohlen entsprechend dem Kohleausstiegsgesetz

Zum Ende des Jahres am Netz befindliche Brutto-Leistung*



* Jahr der Außerbetriebnahme nach Kohleverstromungsbeendigungsgesetz – KvbG
Umfasst nur Kraftwerke mit mehr als 100 MW Brutto-Leistung

Quelle: Kraftwerksliste des Umweltbundesamtes, Stand 03/2021

Interessant dazu die Fußnoten:

² Gemäß § 13g EnWG werden einzelne Braunkohlekraftwerke ab dem 1. Oktober 2016 schrittweise in die sogenannte Sicherheitsbereitschaft überführt. Die Kraftwerksblöcke bleiben vier Jahre in der Sicherheitsbereitschaft. Während dieser Zeit ist diesen Anlagen eine Vermarktung von Strom außerhalb der Sicherheitsbereitschaft untersagt. Nach Ablauf der vier Jahre müssen die Anlagen endgültig stillgelegt werden. Eine Rückkehr in die Strommärkte ist nicht zulässig.

³ Gesetzlich an Stilllegung gehinderte Kraftwerke sind Kraftwerke, deren Stilllegung (vorrübergehend) untersagt wurde. Diese Kraftwerke werden nur auf Anforderung der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) zur Gewährleistung der Versorgungssicherheit betrieben.

Restkapazität Summe elektrische Netto-Nennleistung in MW						
Dargebotsunabhängige Erzeugungskapazitäten ⁴						
	15.11.21	Wegfall bis	31.12.2023	01.01.2029	01.01.2035	01.01.2038
Abfall	959		959	959	959	959
Batteriespeicher						
Biomasse						
Braunkohle	19.962	-4.488	15.474	9.241	6.394	0
Erdgas	31.678	3.567	35.245	35.245	35.245	35.245
Geothermie	0	0				
Grubengas	147		147	147	147	147
Kernenergie	8.114	-8.114	0	0	0	0
Mineralölprodukte	4.684		4.684	3.500	2.000	1.000
Pumpspeicher						
Solare Strahlungsenergie						
sonstige Energieträger (nicht erneuerbar)	2.609		2.609	2.609	2.609	2.609
Steinkohle	19.909	-3.509	16.400	12.300	9.000	0
Wärme	244		244	244	244	244
Wasser						
Windenergie (Offshore- Anlage)						
Windenergie (Onshore- Anlage)						
Gesamtergebnis	88.306	-12.544	75.762	64.245	56.598	40.204

Anmerkung: 50% des Energieträgers Abfall werden näherungsweise den erneuerbaren Energieträgern zugerechnet

Aus der Kraftwerkliste unter Zuhilfenahme der Zu- und Rückbau Excelliste und <https://blackout-news.de/aktuelles/kraftwerk-abschaltungen-2022/> habe ich dann mal die derzeitige bekannte, zukünftige Restkapazität dargestellt. Hier meine Ergänzung: obige Kraftwerkliste_2021-mit Restkapazität

Zunächst dann mal die Werte, die Grundlagen für die Deutsche Stromversorgung sind (oder leider waren):

Grundlast rd. 45 GW – diesen Wert unterschreiten wir dann mit 2038

- (das ist das mindeste an angeforderter Stromversorgung, nachts und am Sonntag (bspw.) typischerweise wurde das durch die preiswertesten Energieträger erzeugt, Kernkraft und Braunkohle. Danach kam auch die Steinkohle.

Spitzenlast von 65 bis 70 Gigawatt. In Winter 2012/2013 rund 81 Gigawatt – Diesen Wert unterschreiten wir dann nach 2024

- Typischerweise Gaskraftwerke

<https://www.bundesregierung.de/breg-de/themen/energiewende/spitzenlast-614922>

Obige Werte sind nicht die angeforderte Energie oder auch Strommenge genannt. Die ergibt sich aus der Dauer des Strombezugs, Haushalte kennen und Zahlen in kWh, für größere Mengen rechnet man in Gigawattstunden (10^9 Wh) oder auch Terrawattstunden (10^{12} Wh)

Dann gibt es auch noch: **Auswirkungen reduzierter Schwungmasse auf einen stabilen Netzbetrieb**

<https://www.netzentwicklungsplan.de/de/auswirkungen-reduzierter-schwungmasse-auf-einen-stabilen-netzbetrieb-zu-kapitel-442>

... Bei über den Auslegungsstörfall hinausgehenden Störungen steht nicht mehr die vollständige Versorgung aller Kunden im Vordergrund sondern die oberste Priorität hat die Vermeidung eines Systemzusammenbruchs.

2.1 Frequenzstabilität

Ganz allgemein beschreibt die Frequenzstabilität, inwiefern das Verbundsystem in der Lage ist, eine stationäre Netzfrequenz auch nach einer schweren Störung des Wirkleistungsgleichgewichts wiederherzustellen [1]. Sie hängt von der Fähigkeit des Systems ab, das Gleichgewicht zwischen Erzeugung und Verbrauch beizubehalten beziehungsweise wieder herzustellen. Bei Verlust der Frequenzstabilität treten hohe Frequenzabweichungen auf, welche zu kaskadierenden Last- und Kraftwerksabschaltungen führen können. Der Erhalt der Frequenzstabilität ist somit Voraussetzung für einen stabilen Netzbetrieb.

3 Bedeutung der Schwungmasse für die Frequenzstabilität

... Die bisherigen Ausführungen stellten das heutige Verhalten des Verbundsystems mit vorwiegend konventionellen Erzeugungseinheiten dar. Diese sind mit Synchrongeneratoren direkt an das Netz gekoppelt und stellen damit einen hohen Beitrag an Schwungmasse mit Momentanreserve zur Stabilisierung der Netzfrequenz bereit. Zukünftig ist allerdings eine deutlich höhere Durchdringung von Erzeugung auf Basis erneuerbarer Energien zu erwarten. Da diese Erzeugungsanlagen größtenteils leistungselektronisch an das Netz gekoppelt sind, nehmen die frequenzsynchron rotierenden Schwungmassen und damit die vorhandene Momentanreserve ab.

4.1 Mindesterzeugung durch Kraftwerke zur Regelleistungsvorhaltung

... Bei einer durchschnittlich bereitgestellten Regelleistung für die Primärregelung in Höhe von 3 % der Nennleistung ergibt sich eine installierte Leistung von knapp 20 GW, die kontinuierlich am Netz sein muss.

[Prof Alt, Aachen nannte mal einen Wert von mind. 23 GW, rotierende Generatorleistung am Netz]

In der Zusammenfassung wird zusätzlich auf Probleme bei Strom Import / Export sowie im Zusammenhang mit HGÜ

(Hochspannungsgleichstromübertragung) eingegangen.

Beim Null-Emissionsziel in 2050 ist nicht einmal mehr das gegeben.

Mindesterzeugung – Bericht der Bundesnetzagentur

Die Bundesnetzagentur hat am 8. Oktober 2021 den dritten Bericht über die konventionelle Mindestenerzeugung veröffentlicht. Der Bericht untersucht unter anderem, aus welchen Gründen die konventionelle Stromerzeugung nicht auf Preisschwankungen am Strommarkt reagiert. Der Fokus liegt auf Perioden mit „negativen Strompreisen“ der Jahre 2019 bis 2020.

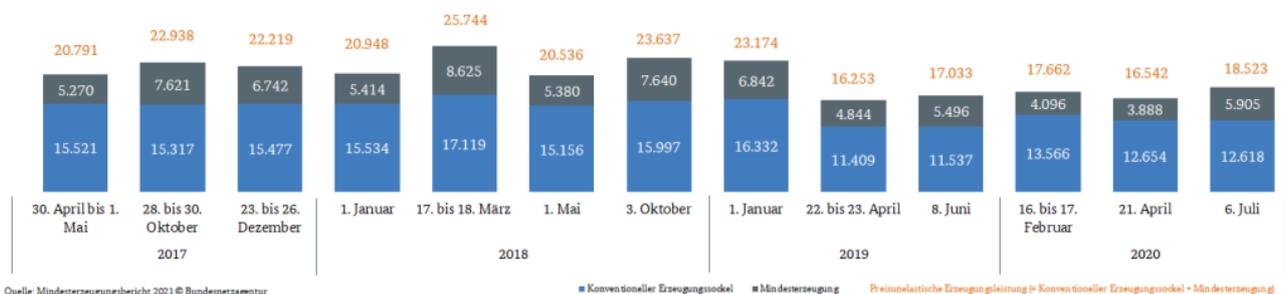
Mindesterzeugung und konventioneller Erzeugungssockel

Der kleinere Anteil der konventionellen Kraftwerksleistung, der nur stark eingeschränkt auf Preise am Strommarkt reagiert (sogenannte preisunelastische konventionelle Erzeugungsleistung), ist für das Funktionieren der Netze erforderlich. Dieser Teil wird als Mindestenerzeugung bezeichnet.

... Die Mindestenerzeugung stellt den kleineren ermittelbaren Anteil der preisunelastischen Erzeugungsleistung dar. Der größte Anteil der Mindestenerzeugung ist auf die Vorhaltung negativer Regelleistung konventioneller Kraftwerke zurückzuführen. Dieser könnte sich verringern, wenn mehr Erneuerbare-Energien-Anlagen am Regelenergiemarkt teilnehmen und negative Regelleistung bereitstellen.

Entwicklung der preisunelastischen Erzeugungsleistung

Angaben in Megawatt (MW)



Die gesetzlich festgeschriebene Stilllegung von Kern- und Kohlekraftwerken sorgt gegenwärtig und in Zukunft für eine geringere konventionelle Kraftwerksleistung. Dadurch dürfte sich die positive Entwicklung der vergangenen Jahre in Hinblick auf die preisunelastische Erzeugungsleistung weiter fortsetzen.

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Mindesterzeugung/start.html

„negative Regelleistung“ ist dann, wenn zuviel Strom eingespeist wird und der Netzbetreiber sogar noch draufzahlt, damit nur überhaupt jemand die zuviel vorhandene Energie abnimmt (nehmen kann ! , z.B. Pumpspeicher. – siehe Hinweis dazu im Teil 1)

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Engpassmanagement/Regelenergie/start.html

Hierin wird drum rum geredet, dass man unbedingt konventionelle Kraftwerke benötigt, um das System stabil zu halten, andererseits wird behauptet, die konventionellen Kraftwerke wären Schuld an den hohen Strompreisen, da sie selbst bei negativen Börsenpreisen, noch immer liefern und nicht abschalten. Das wird mit wegfallenden Kraftwerken besser – ich verstehe das als unterschwellige Behauptung: Mit mehr „Erneuerbaren wird es billiger.“

Zur Stromerzeugung finden Sie weitere, qualifizierte Beiträgen auf Eike. Hier aber auch von eine Information der Tagesschau

Energiemix im Sommer – Kohle liefert den meisten Strom

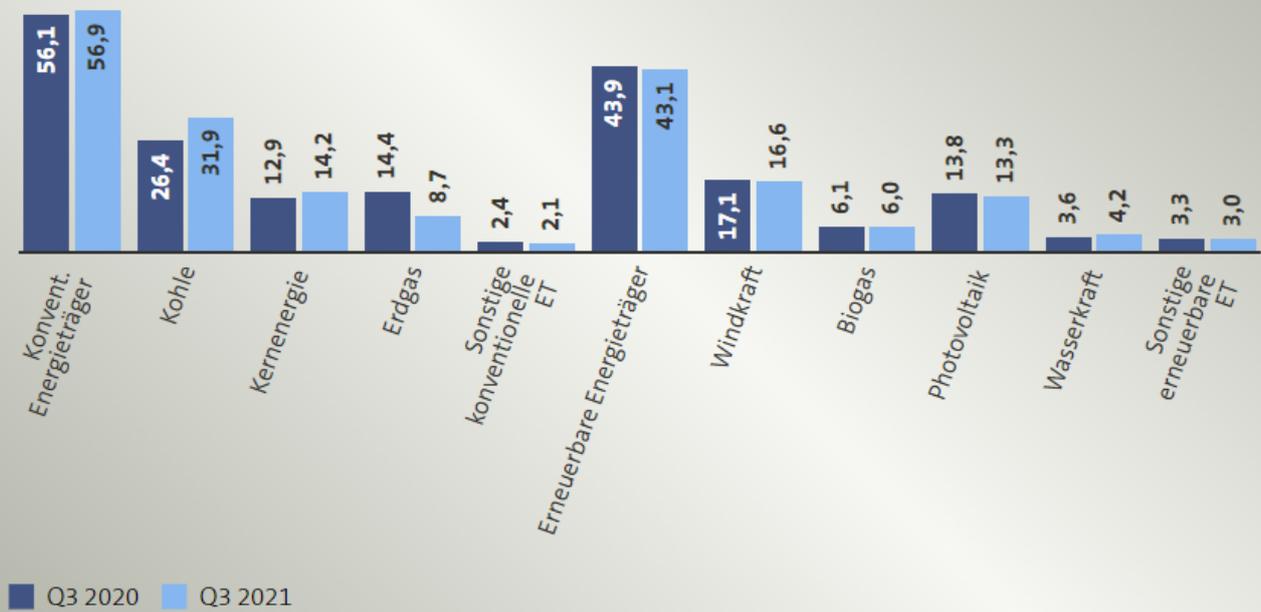
Stand: 14.12.2021 12:25 Uhr

Der Anteil erneuerbarer Energien an der Stromerzeugung ist zwischen Juli und September weiter gesunken. Auch Erdgas verlor an Bedeutung. Wichtigster Energieträger der Stromerzeugung war Kohle.

..

Stromeinspeisung unterschiedlicher Energieträger

Vergleich 2020/2021 in Prozent



Quelle: Statistisches Bundesamt



Grafik und Beitrag ist zu finden auf <https://www.tagesschau.de/wirtschaft/technologie/energiepolitik-stromerzeugung-kohle-erdgas-101.html>

Im nächsten und letzten Teil meiner Recherche, berichte ich über Stimmen zum Kohle- und Atomausstieg,