

Alwin Burgholte

Stromversorgung heute – und morgen?

Warum die Energiewende so nicht gelingen kann



Prof. Dipl.-Ing. Alwin Burgholte

war im Fachbereich Ingenieurwissenschaften der Jade Hochschule Wilhelmshaven zuständig für den Bereich Leistungselektronik, und Elektromagnetische Verträglichkeit (EMV). Im Forschungsschwerpunkt Elektromagnetische Verträglichkeit bearbeitet er die Fachgebiete Netzzrückwirkungen/Power Quality, die Geräte-EMV mit CE-Zertifizierung und die Elektromagnetische Umweltverträglichkeit (EMVU). In Rahmen des Technologietransfers hat er mehr als 20 Jahre Erfahrung in der messtechnischen Untersuchung von Störproblemen in der elektrischen Stromversorgung, insbesondere auch auf die Ermittlung der Störursachen. Er arbeitete an zahlreichen Forschungs- und Entwicklungsprojekten, deren Ergebnisse auf diversen Fachkongressen vorgestellt und publiziert wurden und führt Tagesseminare zum Thema Power Quality durch.

Wilhelmshaven, Oktober 2020

1	Stromerzeugung.....	6
1.1	Spannungsquellen.....	6
1.2	Leistung und Energie.....	8
2	Kraftwerke als Leistungserzeuger	10
2.1	Prinzipielle Wirkungsweise konventioneller Kraftwerke.....	11
Dazu gehören alle Kraftwerke, die aus einer Wärmequelle Wasser erhitzen und mit dem		11
2.2	Prinzipielle Wirkungsweise von Blockheizkraftwerken.....	13
2.3	Regenerative Energieerzeugungsanlagen	14
2.3.1	Biogas Kraftwerke	14
2.3.2	Wasserkraftwerke	15
2.3.3	Prinzipielle Wirkungsweise der Pumpspeicherkraftwerke	19
2.3.4	Solaranlagen	20
2.3.5	Windenergieanlagen	25
2.3.6	Brennstoffzelle	32
2.3.7	Geothermie.....	34
3	Elektrische Stromversorgung	36
3.1	Primärenergieverbrauch in Deutschland	36
3.2	Planung neuer Gaskraftwerke	38
4	Bedarf und Verfügbarkeit elektrischer Leistung	41
4.1	Strompreisbildung.....	47
4.2	Kapazitätsmarkt und Versorgungssicherheit.....	54
4.3	Stromspeicher.....	55
4.3.1	Akkumulatoren.....	56
4.3.2	Wärmespeicher.....	58
4.4	Erneuerbare Energieanteile an der Energieversorgung	59
4.5	Smart Grid.....	61
5	Sektorkopplung.....	64
5.1	Zukünftige Stromversorgungssicherheit	64
5.1.1	Verantwortung der Bundesnetzagentur (BNetzA)	65
5.1.2	Blackout Gefahr.....	68
5.1.3	Kosten eines Blackouts	69
5.1.4	Krisenvorsorge	69
5.2	Wärmeversorgung	70
5.3	Wärmepumpen.....	73
5.4	Solarthermie im Einfamilienhaus.....	74
5.5	Verkehr	74
5.5.1	Elektromobilität	74
5.5.2	Der Weg in die Wasserstoff-Gesellschaft	81
5.5.3	Wäre so die Energiewende noch zu retten?	86
6	Politische Verantwortung für Fehlinvestitionen	86
6.1	Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich	87

6.2	Steinkohlekraftwerk Datteln	87
6.3	Atomausstiegs-Gesetz	91
6.4	Klimagesetze	92
6.5	Ausbau der Förderprogramme.....	93
6.5.1	Förderung von Windenergieanlagen	93
6.5.2	Förderung von Solaranlagen	95
6.5.3	Fördersätze für Biomasseanlagen.....	95
6.5.4	Förderung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen	96
6.5.5	Förderung der Elektromobilität	97
6.5.6	Förderung Kohleausstieg.....	98
6.6	Störungen der Netzqualität werden ignoriert.....	101
6.7	Privatwirtschaftliche Verluste	102
6.7.1	Niedergang der Solarwirtschaft.....	104
6.7.2	Niedergang der Windenergiebranche.....	105
6.7.3	Neue Arbeitsplätze durch Rückbau alter Windanlagen	108
7	Viele Forschungsinstitute leben nicht schlecht davon.....	109
7.1	<i>Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)</i>	109
7.2	Agora Energiewende.....	112
7.3	Agora Verkehrswende	115
7.4	Umsetzung der politisch vorgegebenen Ziele	115
7.4.1	Klare Vorgabe	115
7.4.2	Aufbau - Entwicklung der wissenschaftlichen Institutionen	116
7.5	Und die Wissenschaft macht auch mit	117
7.6	Die Medien verstärken und profitieren	120
8	Manipulierte Informationen täuschen die Öffentlichkeit	121
8.1	Neue Studie »Windanlagen auf See liefern jeden Tag Strom« ..	122
8.2	100% regenerative Energien für Strom und Wärme	123
9	Exportieren wir massiv PV-Strom ins europäische Ausland?	124
9.1	Die Medien unterstützen den Zubau von Windenergieanlagen	124
9.2	Der Irrweg zur Dekarbonisierung unserer Energieversorgung...	125
9.3	Meeresspiegel-Anstieg.....	127
9.4	Gefahr durch Kohlekraftwerke	129
10	Fazit.....	131
11	Literaturverzeichnis.....	134

Vorwort

Die Energiewende soll unser Klima retten. Deshalb - Ausstieg aus der Kohleverstromung, Umstieg auf die Elektromobilität, CO₂-Bepreisung, Verbot von Öl- und Erdgasheizungen bis zu Flugscham und Essvorschriften. Unsere Politiker sind da sehr erfindungsreich; denn das Thema Klimarettung ist allgegenwärtig und bringt sogar tausende Kinder auf die Straße. Schließlich sind es ja zukünftige Wähler, für die soll gehandelt werden. Doch wie sieht unser Energiealltag aus?

Unsere Abhängigkeit von einer gesicherten Stromversorgung wird uns immer erst dann bewusst, wenn kein Strom mehr geliefert wird, ob für Sekunden, Minuten, Stunden, Tage oder länger. Zuerst ist es nur ein wenig störend. Das Licht flackert oder der Rechner stürzt ab. Ärgerlicher ist dann schon die Verstellung aller Uhren, die synchron am Netz betrieben werden, weil keine konstante Frequenz mehr geliefert wird und wir deshalb zu spät zur Arbeit kommen.

Bleibt es dunkel, greifen wir spätestens nach einigen Stunden zum Telefon und rufen unseren Netzbetreiber an. Ist der Stromausfall großflächig oder ist die Haussicherung ausgefallen? Doch das sind schon spezielle Fragen für den Fachmann. Die ganz große Mehrheit der Bevölkerung kann das Problem nur zur Kenntnis nehmen aber nichts daran ändern.

Ist überhaupt Gefahr in Verzug? Noch hat Deutschland weltweit das sicherste Stromversorgungsnetz. 2017 betrug die durchschnittliche Unterbrechungsdauer nur 15,4 Minuten und 2018 nur 13,91 Minuten von 52 560 Minuten eines Jahres. Aber Miniblackouts unter drei Minuten sind dabei nicht berücksichtigt¹.

Doch fragen wir zuerst, woher der Strom kommt und wie er verteilt wird. Da gibt es nicht nur technische Fragen. Zunehmend wirken sich auch wirtschaftliche Faktoren oder sogar spekulative Manipulationen auf die Stromversorgungssicherheit aus. So kommt es nahezu alle 15 Minuten zu Stabilitätsproblemen im Netz, weil alle 15 Minuten ein neuer Strompreis an der Strombörse veröffentlicht wird und dies zu Netzsicherungen bei den Verbrauchern führt.

Spannend wird es auch, wenn wir an den zukünftigen Bedarf elektrischer Leistung denken, wie er aus den Maßnahmen zur Sektorkopplung zur Elektromobilität und der Wärmeversorgung entstehen wird.

Die Themen sollen nicht wissenschaftlich und lehrbuchmäßig behandelt werden. Leicht verständlich, mit vielen Beispielen soll der Leser eine neue, auch kritische Einstellung zu diesem wichtigen Thema entwickeln. Vielleicht findet er auch Anregungen, wie eine individuelle Vorsorge getroffen werden kann.

Alwin Burgholte

Wilhelmshaven, Oktober 2020

¹

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Versorgungsunterbrechungen/Auswertung_Strom/Versorgungsunterbrech_Strom_node.html

1 Stromerzeugung

Was ist Elektrizität, woraus besteht der elektrische Strom?

Die **Reibungselektrizität** wurde bereits um 550 v. Chr. von Thales von Milet an Bernstein (griechisch »Elektron«) entdeckt. Bekanntlich besteht jede Materie aus Atomen und jedes Atom aus einem positiven Kern und Elektronen, die um den Kern kreisen, vereinfacht gesagt. Das kleinste Atom ist das Wasserstoffatom, es besitzt ein Proton mit positiver Ladung und ein Elektron mit der gleich großen negativen Ladung. Damit erscheint ein solches Atom elektrisch neutral, die positive und die negative Ladung kompensieren sich gegenseitig. Bei großen Atomen ist dieses Ladungsgleichgewicht auch gegeben. Aber die Elektronen haben aufgrund der Größe des Atoms einen größeren Abstand zum Kern und sind deshalb nicht mehr fest an ihn gebunden. Deshalb sind die Metalle gute elektrische Leiter, weil jedes Metallatom ein freies Elektron liefert. Für die elektrische Leitfähigkeit ist die Anzahl der freien Ladungsträger, hier z.B. die Anzahl der Elektronen, verantwortlich. Stromfluss bedeutet Ladungsträgertransport. Neben den Elektronen als elektrische Ladungen gibt es auch positive Ladungen in der Halbleitertechnik, die Defektelektronen mit den gleichen Eigenschaften wie die Elektronen. Ionen sind Atome oder auch Moleküle als Masseteilchen, die Elektronen abgegeben oder auch aufgenommen haben und die danach positiv oder negativ sein können. Soll jetzt ein Stromfluss stattfinden, ist das wie beim Wasser. Es fließt von oben nach unten. Hat man die positiven und negativen Ladungen getrennt, entstehen zwei elektrische Pole. Verbindet man die getrennten Pole mit einem elektrischen Leiter, dann fließen die negativen Ladungen zum Pluspol und die positiven Ladungen zum Minuspol. Soll also Strom erzeugt werden, müssen zuvor Ladungen getrennt werden. Großtechnisch erfolgt das in elektrischen Generatoren, die dafür angetrieben werden müssen. Als Ladungsträgerpumpe wirkt dabei die elektrische Spannung, in Volt gemessen, die dann den elektrischen Strom, in Ampere gemessen, treibt.

Die Beschreibung dieser Vorgänge ist äußerst kompliziert. Schon um 1855 entwickelte der Schotte J. C. MAXWELL die elektromagnetische Feldtheorie, die die Grundlage für die theoretische Beschreibung aller elektromagnetischen Effekte, einschließlich des Lichtes bildet. Diese komplizierte Theorie hat bis heute Gültigkeit. Trotz der von Einstein 1905 entwickelten Relativitätstheorie und der von Heisenberg 1926 vorgestellten Quantenmechanik musste sie nicht verändert werden. Für einfache praktische Interpretationen ist diese Theorie aber nicht geeignet.

Zusammengefasst können wir festhalten:

Für eine Stromversorgung ist eine Spannungsquelle erforderlich. Diese treibt über elektrische Leiter Ladungsträger, den elektrischen Strom, zum Verbraucher, der so mit elektrischer Leistung versorgt wird.

1.1 Spannungsquellen

Die erste technisch brauchbare Spannungsquelle wurde von Alessandro **Volta** 1799/1800 entwickelt und im Jahr 1800 an der Royal Society in London der Öffentlichkeit vorgestellt. Volta kam auf diese Idee durch die Beobachtung des Mediziners Galvani, der bei Froschschenkeln, die an einem Eisengitter fixiert waren, Muskelkontraktionen festgestellt hatte. Volta erkannte dadurch, dass zwischen zwei verschiedenen Metallen, die von einer leitenden Flüssigkeit umgeben sind, eine elektrische Spannung entsteht. Er gab diesem Phänomen den Namen Galvanismus, der bis heute verwendet wird. Aufgrund seiner Theorie entwickelte er die voltasche Säule, die aus mehreren Lagen übereinander geschichteter



Elemente aufgebaut ist. Jedes Element besteht aus einer Kupfer- und einer Zinkplatte. Zwischen den Metallen, die ein unterschiedliches elektrochemisches Potential besitzen, befindet sich ein in Säure oder Salzlösung getränkter Stoff als flüssiger Leiter (Elektrolyt). Ein Beispiel ist in Bild 1 dargestellt².

Bild 1. Voltasche Säule, Urheber: Luigi Chiesa



1892 stellte der Amerikaner Edward Weston ein Quecksilber-Cadmium-Element vor, das lange als Normalelement für die Einheit ein Volt verwendet wurde. Thomas Alva Edison stellte einen alkalischen Nickel-Eisen-Akkumulator her, der in Bild 2 dargestellt ist³.

Bild 2. Alkalischer Eisen-Nickel-Akkumulatoren von Alva Edison³

Die Anwendung des galvanischen Effektes wurde durch zahlreiche Forscher weiterentwickelt. So konstruierte Johann Wilhelm Ritter 1802 den ersten Akkumulator, einen wieder aufladbaren Speicher für elektrische Energie, der aus Kupferplatten und einer in Kochsalzlösung getränkten Pappe bestand. Bis heute ist die Entwicklung von Batterien und Akkumulatoren nicht abgeschlossen. Vor allem für die Elektromobilität wird an leistungsstarken Energiespeichern auf Lithium-Ionen Basis mit kleinem Gewicht geforscht.

Mit diesen Gleichspannungsquellen konnten weitere experimentelle Untersuchungen angestellt werden. So entdeckte 1820 der Däne Hans Christian Oersted den Zusammenhang zwischen Elektrizität und Magnetismus und Michael Faraday 1831 die elektromagnetische Induktion. In einer Leiterschleife entsteht eine Spannung, wenn sich das magnetische Feld durch die Schleifenfläche ändert. Nach diesem Prinzip entwickelte dann Werner von Siemens 1866 die Dynamomaschine, die die großflächige technische Nutzung der Elektrizität ermöglichte. Nikola Tesla und Galileo Ferraris haben 1882 das Mehrphasensystem erstmalig genutzt, was die Voraussetzung für den ersten Zweiphasenmotor mit Drehfeld war. 1882 nahm Thomas Alva Edison das erste Elektrizitätswerk der Welt in Betrieb. Im gleichen Jahr wurde die erste Gleichstromübertragung durch Oskar von Miller und Marcel von Depréz ermöglicht⁴. In Deutschland wurde erstmalig 1882 Gleichstrom über 57 km von Miesbach nach München mit einer Spannung von 2 kV übertragen. Am Dienstag, dem 25.

² https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pila_di_Volta_01.jpg?uselang=de%23/media/File:Pila_di_Volta.jpg

³ <https://akkuzelle.blogspot.com/2014/08/nickel-eisen-akkumulator.html>

⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Gleichstromfern%C3%BCbertragung_Miesbach%E2%80%93M%C3%BCnchen

August 1891, um 12 Uhr mittags fand anlässlich der Internationalen Elektrotechnischen Ausstellung in Frankfurt am Main die erste Drehstromübertragung von Lauffen nach Frankfurt statt. Der Generator mit 221 kW (300 PS) dieser Anlage befand sich im Zementwerk von Lauffen am Neckar. Der erzeugte Drehstrom (55 V, 40 Hz) wurde auf 15 kV (später 25 kV) hochtransformiert und über eine 176 km lange Freileitung nach Frankfurt am Main weitergeleitet, wo man damit mehr als 1000 Glühlampen versorgte und mit einem 74 kW (100 PS) starken Elektromotor eine Pumpe für einen künstlichen Wasserfall antrieb⁵.

Die verlustarme Energieübertragung auf großen Strecken erfolgt heute so. Drehstromgeneratoren erzeugen Spannung und Strom und Transformatoren die Übertragungsspannung. Neuerdings findet auch die Gleichstrom-übertragung vermehrt Anwendung. Für den Transport sehr großer Leistungen über weite Entfernungen hat sich die Hochspannungsgleichstromübertragung (HGÜ) und neuerdings auf den »Stromautobahnen« die HVDC-Technik bewährt. Das Herz der HVDC-PLUS Umrichterstationen ist ein mehrstufiger Leistungselektronischer Wandler, der die Konvertierung von der Wechsel-(AC-) zur Gleichstromübertragung (DC) und umgekehrt realisiert⁶.

1.2 Leistung und Energie

Fassen wir erstmals zusammen: Gleichspannungen treiben Gleichströme, Wechselspannungen Wechselströme, und in Drehspannungssystemen fließen Drehströme. Das Produkt aus Spannung mal Strom bildet zu gleicher Zeit die elektrische Leistung. Das Produkt der Leistung mit der Zeit, während sie fließt, ist dann die Energie. Per Definition kann die Energie Arbeit leisten. Elektrische Energie wird üblicherweise in kWh (Kilo Watt Stunden) und Arbeit in J (Joule) gemessen. Dabei gilt der Zusammenhang $1 \text{ Ws} = 1 \text{ J}$. Die Leistung wird in Watt oder in größeren Einheiten, Kilowatt (kW), Megawatt (MW) oder Gigawatt (GW) angegeben. Diese Zusammenhänge sollen noch an einigen praktischen Beispielen erläutert werden. Stellen Sie sich als Hausbesitzer vor, der eine neue Terrasse anlegen will und dafür einen Lastwagen mit Sand angeliefert bekommt. Da, wo der Sand jetzt liegt, soll aber nicht die Terrasse gepflastert werden. Der Sand muss also weiter mit der Schubkarre transportiert werden. Das bedeutet **Arbeit** und erfordert einen entsprechenden **Energieaufwand**. Schaffen Sie den Transport in einigen Stunden, ist das eine große **Leistung** gegenüber einer Zeitdauer von einigen Tagen.

Leistung P ist per Definition Energie [W] = Arbeit pro Zeit, $P = W/t$

Das kennen wir doch alle aus der Schule. Zur Findung der erforderlichen Zeugnisnoten mussten Klassen**arbeiten** geschrieben werden, die dann benotet wurden. Oft haben sich Schülerinnen und Schüler danach beklagt, dass die Bearbeitungszeit viel zu kurz war. Doch benotet wurden nicht nur die gelieferten Lösungen, sondern das Produkt daraus mit der Bearbeitungszeit. Denn mit der Note erhalten Schülerinnen und Schüler einen Leistungsnachweis, und Leistung errechnet sich aus Arbeit (Lösungsergebnisse) pro Bearbeitungszeit. Bei einer längeren Bearbeitungszeit, beispielsweise über eine Woche, hätten viele Schülerinnen und Schüler sicherlich alle Aufgaben lösen können. Ein Beispiel für die Wichtigkeit einer erforderlichen Leistung zeigt Bild 3. Stellen wir uns vor, dass ein Kleinwagen mit dem Leergewicht von ca. $1 \text{ t} = 1000 \text{ kg}$ um 1 m auf eine Arbeitsbühne gehoben werden soll. Um diese **Arbeit** zu leisten, ist **Energie** von ca. 10 kW erforderlich!

⁵ https://de.wikipedia.org/wiki/Drehstrom%C3%BCbertragung_Lauffen%E2%80%93Frankfurt

⁶ <https://assets.new.siemens.com/siemens/assets/public/1557912040.f668598d7f89b8bf667bebe0b210a3e5cfe079ec.263-160390-ws-hvdc-plus-de-lowres.pdf>

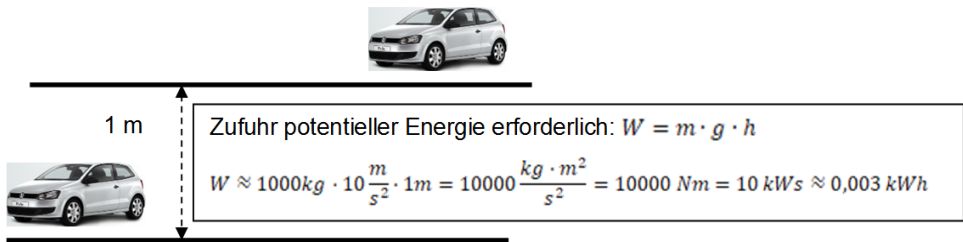


Bild 3. Durch Zufuhr potentieller Energie - Arbeit leisten

Mit einer Leistung von 10 kW wird die Arbeit in 1 Sekunde geliefert, mit einer Leistung von 1 kW werden 10 s und mit 100 W werden 100 s benötigt. Eine Person kann gut 100 W leisten, zwei Personen mit 200 W liefern die Energie in 50 s, heben aber nicht den Wagen, dafür müssten zehn Personen anfasen!!

Fazit:

Die maximale erforderliche Leistung muss verfügbar sein, um die Arbeit leisten zu können!

Mehr dazu im Kapitel 2.3 über die regenerativen Energieanteile.

Elektrische Energie ist die edelste, hochwertigste Energieform. Auch Wärme ist Energie, allerdings mit dem niedrigsten Nutzungsfaktor. Die potentielle Energie, auch Lageenergie, nutzt die Schwerkraft der Erde zur Umsetzung in Arbeitsleistung. Das ist jedem sicherlich auch schon passiert, wenn ihm etwas auf den Kopf oder Fuß fällt und er dann den Schmerz verspürt. Wasserkraftwerke formen die potentielle Energie der höher gelegenen Seen in elektrische Energie um, in dem das Wasser über eine Turbine, die einen Generator antreibt, nach unten fließt.

Die Bewegungsenergie, kinetische Energie, spielt im Straßenverkehr eine besondere Rolle. Im Fahrschulunterricht lernt man die Regel: Bei doppelter Geschwindigkeit den vierfachen Bremsabstand halten. Die Geschwindigkeit v geht nämlich quadratisch in die Berechnung der kinetischen Energie W ein

$$W = \frac{1}{2} \cdot m \cdot v^2$$

Dass Energie die Fähigkeit hat, Arbeit leisten zu können, sieht man eindrucksvoll nach einem Unfall. Führt ein Auto gegen einen Baum, wird Verformungsarbeit geleistet, das Auto ist zerbeult.

Energie kann nicht einfach verschwinden oder in der Menge schlagartig verändert werden. Es ist immer nur die Umwandlung von einer Energieform in eine andere möglich. Im letzten Zustand der Energieform, wenn sich beispielsweise ein warmer Körper abgekühlt hat und die Wärme an die Umgebung abgegeben wurde, ist diese Energie zur Entropie geworden. Das Wasser eines Gebirgssees besitzt potentielle Energie. Fließt das Wasser ohne Kraftwerksnutzung bis ins Meer, wurde die gesamte potentielle Energie zur Entropie. Entropie ist ein Kunstwort und beschreibt die extensive Zustandsgröße eines physikalischen Systems, das in der Thermodynamik benutzt wird. Auch diese wissenschaftliche Theorie ist ähnlich kompliziert wie die Theorie der elektromagnetischen Wellen und soll hier nicht vertieft werden.

Festzuhalten ist aber, dass die industrielle Entwicklung und damit unser Wohlstand erst begann, als Energie preiswert und großflächig für jeden verfügbar und nutzbar wurde.

Nach der Erfindung der Dampfmaschine entwickelte sich eine neue Antriebstechnik. Mit der Elektrizität lösten Elektromotoren die alten Transmissionswellen ab und führten zu einer dezentralen Einzelanwendung. Die Elektronik veränderte die Kommunikationstechnik fundamental, und die neuesten zu erwartenden Entwicklungen werden unter den Schlagworten Digitalisierung und künstliche Intelligenz kommentiert. All das wird nur mit der elektrischen Energie zu realisieren sein. So benötigen heute schon große Rechenzentren Kraftwerksleistungen im MW (Mega Watt) Bereich für Infrastruktur, Server, Speicher, Netzwerke, Klima und unterbrechungsfreie Stromversorgungen. Der Bedarf an Kraftwerksleistungen für zukünftige Rechenzentren der vierten Generation steigt. Zwar bleiben Dichten unter 10 kW pro Rack der Standard, aber in Hyperscale-Einrichtungen sind inzwischen 15 kW keine Seltenheit mehr bzw. sie nähern sich bei einigen sogar an 25 kW an⁷.

In einer Studie des Fraunhofer Institutes IZM im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie wird prognostiziert, dass der Energiebedarf der Rechenzentren bis zum Jahr 2025 auf 16,4 Mrd. kWh ansteigen wird⁸. Ein durchschnittlicher Vierpersonen-Haushalt benötigt im Jahr etwa 3500 kWh, das entspricht 3,5 Megawatt Stunden (MWh). Absehbar ist auch, dass der Bedarf an elektrischer Energie künftig weiter steigen wird. Immer mehr elektrisch betriebene Geräte werden eingesetzt. Es soll zukünftig elektrisch gefahren und auch geheizt werden. Woher dann der ganze Strom kommen soll, wird uns noch ausführlich beschäftigen.

2 Kraftwerke als Leistungserzeuger

Im Prinzip kann jede Energieform in eine andere umgewandelt werden. Wirtschaftlich wird die Umwandlung aber erst, wenn die eingesetzte Primärenergieform preisgünstig und in großer Menge verfügbar ist. Bild 4 zeigt die möglichen Wandlungsarten, um elektrische Energie zu erzeugen⁹.

Kraftwerke zur Erzeugung elektrischer Leistung	mechanisch	Windkraftwerk	onshore offshore
		Wasserkraftwerk	Laufwasser, Pumpspeicher
	ohne Generator	Brennstoffzelle	
		Photovoltaik	
	Wärmekraftprinzip	nuklear	
		geothermisch	
		solarthermisch	
		fossil	Dampfturbine
			Gas- und Dampfturbine
			Stirlingmotor

Bild 4. Wandlungsarten für die Erzeugung elektrischer Energie

Die vermehrte Anwendung der Elektrizität führte zum Aufbau vieler Kraftwerke, vorzugsweise in der Nähe der großen Stromverbraucher. Als Primärenergieträger wurden bevorzugt Uran, Braun- und Steinkohle eingesetzt, Rohstoffe, die in Deutschland oder auch weltweit in großen Mengen verfügbar sind.

⁷ <https://it-rebellen.de/2017/12/05/trendprognose-fuer-2018-das-rechenzentrum-der-4-generation-kommt/>

⁸ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/E/entwicklung-des-ikt-bedingten-strombedarfs-in-deutschland-abschlussbericht.pdf?__blob=publicationFile&v=3

⁹ <https://group.vattenfall.com/de/unternehmen/geschaeftsfelder/strom-gas/wie-wird-strom-erzeugt>

In den 1960er Jahren begann eine Diskussion über die Verknappung von Rohstoffen und die schädliche Wirkung von Kohlendioxyd. Verstärkt wurde dann Anfang der 70er Jahre in Großbritannien die negative Stimmung gegen den Einsatz von Kohle zur Stromerzeugung durch den Bergarbeiterstreik. Die damalige Premierministerin Thatcher wollte deshalb Kohlekraftwerke durch Kernkraftwerke ersetzen.

In Deutschland trat am 1. Januar 1960 das *Gesetz über die friedliche Verwendung der Kernenergie und den Schutz gegen ihre Gefahren* (kurz Atomgesetz) in Kraft. RWE baute in Gundremmingen 1967 mit 237 MW, PreußenElektra (heute UNIPER) 1967 in Würzgassen und 1968 in Stade je mit 640 MW die ersten Atomkraftwerke. Seit der *Vereinbarung zwischen der Bundesregierung und den Energieversorgungsunternehmen vom 15. Juni 2000* (dem sogenannten Atomkonsens) ist die Nutzung der vorhandenen Kernkraftwerke nur noch zeitlich begrenzt, und es gilt ein Neubauverbot (keine Genehmigungen für den Bau neuer Kernkraftwerke).

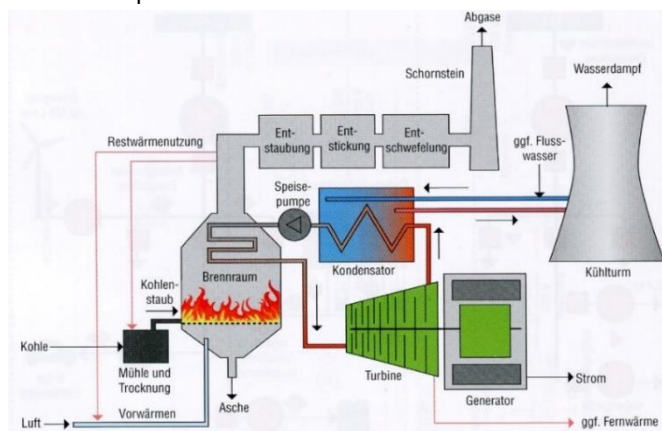
Aufgrund des Nuklearunfalles von Fukushima erteilte die Bundeskanzlerin Merkel am 15. März 2011 ein »Atom-Moratorium«. Danach sollten die sieben ältesten deutschen Kernkraftwerke sofort während des Moratoriums sowie das Kernkraftwerk Krümmel und alle weiteren Kernkraftwerke bis 2022 abgeschaltet werden.

Deutschland hatte sich 1968 unter der Kanzlerschaft von Willy Brandt für den schnelleren Aufbau von Kernkraftwerken entschieden. Die Kernkraftwerke sollten langfristig die Kohlekraftwerke ersetzen, um so die Kohlendioxydemissionen zu reduzieren. Das hat aber heute keine Gültigkeit mehr. Das Ende der Kernkraftwerke ist aufgrund der derzeitigen Klimadiskussion beschlossen, auch wenn inzwischen **Thorium Reaktoren**¹⁰ mit Flüssigsalz-kühlung entwickelt wurden, die sogar Atom Müll verbrennen können. Politisch wird vorgegeben, dass die gesamte Energieversorgung zukünftig aus regenerativen Quellen erfolgen soll.

Doch wie unterscheidet sich die elektrische Energieerzeugung aus Wind- und Solaranlagen gegenüber konventionellen Kraftwerken?

2.1 Prinzipielle Wirkungsweise konventioneller Kraftwerke

Dazu gehören alle Kraftwerke, die aus einer Wärmequelle Wasser erhitzen und mit dem Wasserdampf eine Turbine antreiben. Die Wärme kann aus dem Verbrennen von Braun-



oder Steinkohle, aus dem radioaktiven Zerfall von Uranisotopen oder aus Biogasanlagen kommen. Auch die Sonne kann direkt in den solarthermischen Anlagen Wärme und somit auch Dampf erzeugen. Die prinzipielle Wirkungsweise von Kohlekraftwerken zeigt Bild 5¹¹.

Bild 5. Prinzipielle Wirkungsweise von Kohlekraftwerken (Wikipedia Author Kolossos)

¹⁰ <https://dual-fluid-reaktor.de/>

¹¹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Kohlekraftwerk#/media/Datei:Kohlekraftwerk.svg>

Der Dampfkraftprozess ist ein thermischer Kreisprozess, der die Phasenumwandlung flüssigsgasförmig zur Energieaufnahme und -abgabe nutzt. Arbeitsmedium ist in aller Regel Wasser. Es werden zwei Wasserkreisläufe ausgeführt. Ein innerer, der aus der Temperatur des Brennkessels den Wasserdampf erzeugt und ein äußerer Kühlkreislauf, der den Dampf kondensieren lässt und das Wasser dem inneren Wasserkreislauf wieder zuführt.

Ein ähnlicher Prozess findet sich auch in einem Kompressor-Kühlschrank. Dort wird ein gasförmiges Kältemittel durch einen Kompressor adiabatisch verdichtet, wodurch sich das Kältemittel erwärmt. Im Verflüssiger, der aus schwarzen, an der Rückseite des Geräts angebrachten Kühlschlangen besteht, wird die Wärme an die Umgebung abgegeben, wodurch das Medium kondensiert. So wird die Wärme aus dem Kühlschrank nach außen abgeführt, und im Kühlschrank wird es kälter.

Für den Betrieb von Dampfkraftwerken wird Wasser für den geschlossenen Kreisprozess und Kühlwasser benötigt. Das Kühlwasser gibt die Wärme über Kühltürme an die Luft oder an Fluss- oder Meerwasser ab. Umwelttechnisch ergibt sich dabei eine Einschränkung für die zulässige Leistungsabgabe der Kraftwerke: So dürfen die beiden Kohlekraftwerke in Wilhelmshaven die Wassertemperatur des Jadebusens nur maximal um 3 Kelvin erhöhen, damit es zu keiner Erhöhung der Planktonproduktion kommt. Besonders oft eingeschränkt in ihrer Leistungsabgabe werden Kraftwerke, die über das Flusswasser kühlen. In Frankreich führen diese Leistungseinschränkungen bei den Kernkraftwerken regelmäßig im Hochsommer zu einer Leistungsbegrenzung und damit zu Strommangel, so dass Strom importiert werden muss. Moderne Kohlekraftwerke erreichen Wirkungsgrade im Bereich von 46% bis über 60% bei GuD-Kraftwerken. **GuD-Kraftwerke** sind große Kraftwerke, die mindestens eine **Gasturbine** und eine **Dampfturbine** haben. In der Regel wird die Gasturbine mit Erdgas befeuert, und das noch heiße Abgas dient über einen Abhitzekeßel zum Betrieb einer nachgeschalteten Dampfturbine. Idealerweise erfolgt die Dampferzeugung in mehreren Druckstufen; Stand der Technik ist der Drei-Druck-Prozess. Bild 6 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise eines GuD Kraftwerks¹².

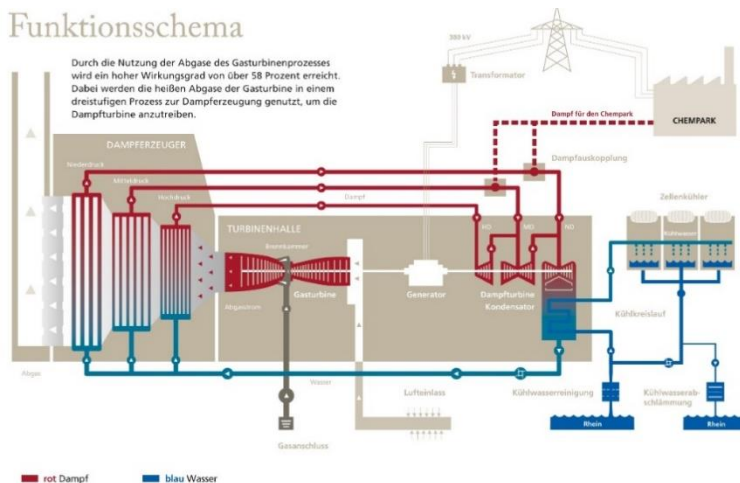


Bild 6. Prinzipielle Wirkungsweise eines GuD Kraftwerks

Von **besonderer Bedeutung** ist dabei eine **konstante Drehzahl der Turbine**, um die **konstante Netzfrequenz** zu garantieren.

¹² <http://www.trianel-krefeld.de/kraftwerk/funktionsschema/>

2.2 Prinzipielle Wirkungsweise von Blockheizkraftwerken

Blockheizkraftwerke (BHKW) liefern Wärme und gleichzeitig elektrischen Strom. Es findet eine gekoppelte Energieproduktion statt. Bild 7 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise¹³.

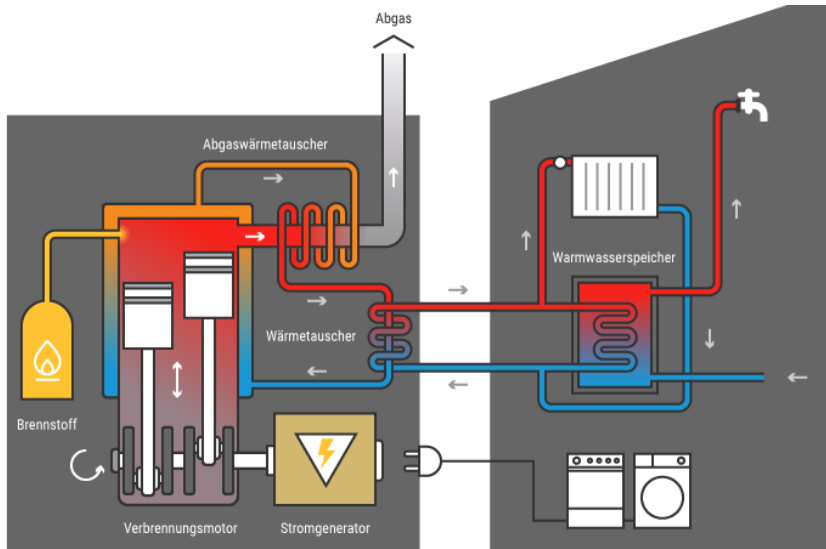


Bild 7. Prinzipielle Wirkungsweise eines Blockheizkraftwerkes

In einem BHKW sind verschiedene Komponenten in einem einzigen Block (Modul) zusammengefasst. Außerdem ist die Funktionsweise eines BHKW darauf ausgelegt, Leitungsverluste möglichst zu vermeiden. Dies wird dadurch realisiert, dass BHKW's dort produzieren, wo in der Nähe sowohl Wärme als auch Strom benötigt wird. Während ein herkömmliches Kraftwerk Wirkungsgrade von 40 bis 60 Prozent erreicht, liegt der Wirkungsgrad eines BHKW zwischen 80 und 95 Prozent. Bild 8 vergleicht die anfallenden Verluste beider Kraftwerksarten¹³.

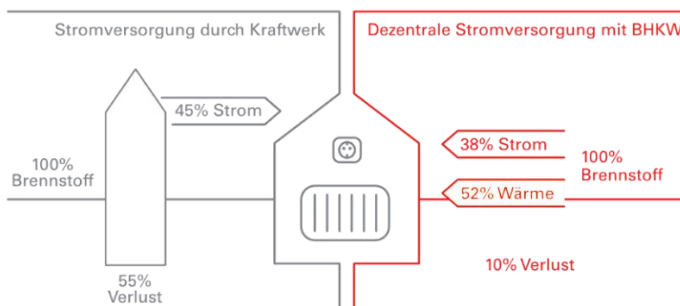


Bild 8. Wirkungsgrade konventioneller Kraftwerke mit Blockheizkraftwerken¹³

Aber Blockheizkraftwerke sind alle temperaturgeführt; erzeugt wird die benötigte Wärme und parallel dazu die dabei anfallende elektrische Energie. Der gute Wirkungsgrad wird auch nur dann erreicht, wenn das BHKW unter Volllast gefahren und die Wärme benötigt wird.

¹³ <https://heizung.de/bhkw/funktionsweise/#Funktion>

Die Bundesregierung fördert mit dem Kraft-Wärme-Kopplungsgesetz (**KWK**) die Modernisierung und den Neubau von **KWK**-Anlagen, den Neu- und Ausbau von Wärme- und Kältenetzen sowie den Neubau von Wärme- und Kältespeichern, in die Wärme oder Kälte aus **KWK**-Anlagen eingespeist werden¹⁴ (zur Förderung der KWK-Anlagen mehr im Kapitel 6.5.4).

2.3 Regenerative Energieerzeugungsanlagen

Regenerative Energieerzeugungsanlagen nutzen Energiequellen, die in der Natur frei verfügbar sind. Das sind Sonne und Wind sowie nachwachsende Pflanzen. Auch die Nutzung der Wasserkraft wird den regenerativen Energiequellen zugeordnet.

2.3.1 Biogas Kraftwerke

Biogas Kraftwerke arbeiten wie die konventionellen Gaskraftwerke. Sie verbrennen keine Kohle, sondern erzeugen Biogas durch Vergärung von Biomasse. In landwirtschaftlichen Biogasanlagen werden meist tierische Exkreme (Gülle, Festmist) und Energiepflanzen (Mais) als Substrat eingesetzt. In nichtlandwirtschaftlichen Anlagen wird Material aus der Biotonne verwendet oder Abfallprodukte aus der Lebensmittelproduktion. Als Nebenprodukt fällt ein als Gärrest bezeichneter Dünger an. Bei den meisten Biogasanlagen wird das entstandene Gas vor Ort in einem Blockheizkraftwerk (BHKW) zur Strom- und Wärmezeugung genutzt. Andere Biogasanlagen bereiten das gewonnene Gas zu Biomethan auf und speisen es ins Erdgasnetz ein. Die Erzeugung wesentlich größerer Mengen von Biogas scheitert an dem dafür erforderlichen Flächenbedarf für den Anbau der Energiepflanzen. Es entsteht auch ein Konflikt innerhalb der Landwirtschaft, ob Lebensmittel oder Energie erzeugt werden soll. Bild 9 zeigt eine Biogasanlage mit den Gärbehältern und dem Lagerplatz für die Silage. Der Einsatz von nachwachsenden Energiepflanzen hat den Vorteil einer günstigen CO₂-Bilanz. Der CO₂-Anteil, der bei der Verbrennung des Biogases entsteht, wurde zuvor von der Pflanze aus der Luft aufgenommen. Die wesentliche zeitliche Verzögerung dieses Kreislaufprozesses wird dabei nicht berücksichtigt. Auf den Nachteil des



enormen Flächenbedarfs für den Anbau von Energiepflanzen wurde schon hingewiesen. Auf die Förderung und Wirtschaftlichkeit dieser Anlagen wird in Kapitel 6.5.3 näher eingegangen. In Deutschland waren 2019 12 001 Biogaskraftwerke in Betrieb¹⁵.

Bild 9. Biogasanlage mit Gärbehältern¹⁵

¹⁴ https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/kwkg.pdf

¹⁵ <https://heizung.de/gasheizung/wissen/biogas-nachwachsender-rohstoff-aus-biologischen-abfaellen/>

2.3.2 Wasserkraftwerke

Wasserkraftwerke sind wie Windmühlen die ältesten Energieerzeugungsanlagen. Wasserkraft erlebt derzeit einen globalen Aufschwung. Seit Jahrtausenden drehten sich Wasserräder im Fluss. 1767 entdeckte der englische Ingenieur John Smeaton, dass ein gusseisernes Wasserrad viel belastbarer und leistungsfähiger ist als sein Vorgänger aus Holz: Die industrielle Revolution kam in Schwung. Wurde zunächst nur mechanische Leistung (Drehmoment mal Drehzahl) als Einzelantrieb genutzt wie Wassermühlen oder Wasserpumpen, konnte später mit dem von Werner von Siemens erfundenen elektrodynamischen Generator auch Strom aus Wasserkraft erzeugt werden. Bild 10 zeigt die vielfältigen Nutzungsmöglichkeiten der Wasserkraft¹⁶.



Bild 10. Möglichkeiten, Wasserkraft in CO₂-freien Strom umzuwandeln

Wasserkraftanlagen können sowohl in fließende Gewässer nach Bild 11 als Laufwasserkraftwerke¹⁷, als Gezeitenkraftwerke oder auch in Pumpspeicherkraftwerke eingebaut werden.



Bild 11. Das 2013 ausgebaute Rheinkraftwerk Iffezheim (Foto: EnBW/Daniel Meier-Gerber)

¹⁶ <https://www.landeskraftwerke.bayern/kraftwerkstypen.htm>

¹⁷ <https://www.enbw.com/unternehmen/konzern/energieerzeugung/neubau-und-projekte/rheinkraftwerk-iffezheim/>

Genutzt wird die kinetische Energie im Wasser, die mit Hilfe von Turbine und Generator in elektrische Energie gewandelt wird. Für die Erhöhung des nutzbaren Energieinhalts werden bei Laufwasserkraftwerken Staustufen, beispielsweise Talsperren, ausgeführt. Damit wird eine Leistungssteuerung möglich, die unabhängig von der aktuellen Durchflussmenge des Fließwassers ist. Bild 12 und Bild 13 zeigen die unterschiedlichen technischen Ausführungen der Wasserturbinen^{18,19}.

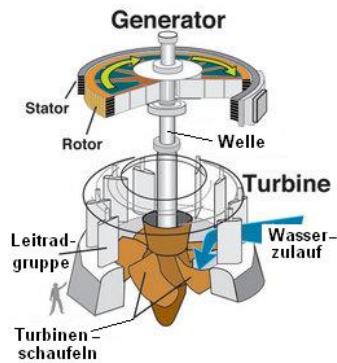


Bild 12. Prinzipieller Aufbau einer Wasserturbine (Quelle: Kirsch at German Wikipedia)¹⁸

Turbine:	Pelton-Turbine	Durchströmturbine	Francis-Turbine	Kaplan-Turbine	Propellerturbine	Diagonalturbine
Alternativnamen	Freistrah-Turbine	Querstrom-Turbine Banki-Turbine Michell-Turbine Ossberger-Turbine		Propellerturbine mit verstellbaren Rotorblättern	Kaplan-Turbine mit festen Blättern	Deriaz-Turbine Kviatovsky-Turbine Lawaczek-Turbine
Steuerelemente in den Grafiken grün dargestellt						
Volumenstrom [m³/s]	≈0,5–50	≈0,5–8	≈0,6–1000	≈2–1000	≈1–600	≈1,6–300
Fallhöhe [m]	≈100–2000	≈5–150	≈20–700	≈10–60	≈5–20	≈30–120
Leistung [MW]	≈0,5–250	≈0,025–1	≈0,04–1000	≈0,4–150	≈0,05–50	≈1–100
Wirkungsgrad	bis 90 %	ca. 80 %	ca. 90 %	bis 96 %	bis 96 %	bis 90 %
Einsatzgebiet	Speicherkraftwerke	Flusskraftwerke	universell	Flusskraftwerke	Flusskraftwerke	Speicherkraftwerke
Anfällig für Kavitation	nein	nein	ja	ja	nein	nein
Turbinentyp	Gleichdruckturbine		Überdruckturbine			
Wellenlage	vertikal oder horizontal	horizontal	meist vertikal selten horizontal	klassisch vertikal als Rohrturbine horizontal	horizontal oder schräg fallend	vertikal

Bild 13. Übersicht Wasserturbinen unterschiedlicher Bauart¹⁹

(Die Fallhöhen, Volumenströme und Leistungswerte wurden aus Diagrammen der Firmen Escher-Wyss (oder Voith) abgelesen)

Realisiert sind Leistungen im Bereich 200 Watt bis zu tausenden Megawatt. Die Drehzahl der Turbine muss dabei über die Durchflussmenge konstant geregelt werden, damit der Generator eine konstante Frequenz erzeugt. Die erforderliche Generatorleistung kann auch über die Durchflussmenge eingestellt werden. Das Drei-Schluchten-Projekt ist das größte Infrastrukturprojekt Chinas. Dabei wird der Jangtsekiang als drittlängster Fluss der Welt auf 660 km Länge aufgestaut. Die Wasserkraftwerke liefern 18200 Megawatt Leistung, das sind 18,2 GW und pro Jahr 84,7 Mrd. kWh (84,7 TWh). Die Stromproduktion aus Wasserkraft schwankte in den letzten Jahren in Deutschland je nach Niederschlagsmengen und Vorgaben zur Leistungsreduktion nach EEG netto zwischen 20 Terawattstunden (TWh) und 29 TWh. 2015 lag die Produktion bei 20,5 TWh und 2018 bei 16,9 TWh, das entsprach einem Anteil von 3,2% der gesamten erzeugten Energie. Wasserturbinen haben hohe Wirkungsgrade bis zu 95%. Die Bauarten unterscheiden sich nach ihrer Abhängigkeit vom Volumenstrom, Drehmoment und der Drehzahl (Bild 14).

Realisiert sind Leistungen im Bereich 200 Watt bis zu tausenden Megawatt. Die Drehzahl der Turbine muss dabei über die Durchflussmenge konstant geregelt werden, damit der

¹⁸ <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserkraftwerk>

¹⁹ <https://de.wikipedia.org/wiki/Wasserturbine>

Generator eine konstante Frequenz erzeugt. Die erforderliche Generatorleistung kann auch über die Durchflussmenge eingestellt werden²⁰.

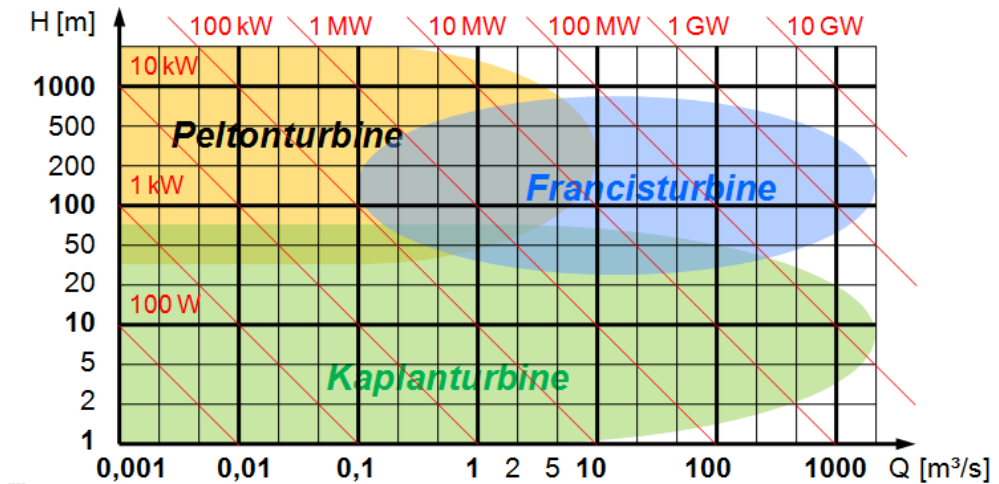


Bild 14. Haupteinsatzbereich der Wasserturbinentypen als Funktion von Fallhöhe (H) zur Wassermenge (Q)²⁰

Realisiert sind Leistungen im Bereich 200 Watt bis zu tausenden Megawatt. Die Drehzahl der Turbine muss dabei über die Durchflussmenge konstant geregelt werden, damit der Generator eine konstante Frequenz erzeugt. Die erforderliche Generatorleistung kann auch über die Durchflussmenge eingestellt werden. Das Drei-Schluchten-Projekt Chinas. Dabei wird der Jangtsekiang als drittlängster Fluss der Welt auf 660 km Länge aufgestaut. Die Wasserkraftwerke liefern 18200 Megawatt Leistung, das sind 18,2 GW und pro Jahr 84,7 Mrd. kWh (84,7 TWh). Die Stromproduktion aus Wasserkraft schwankte in den letzten Jahren in Deutschland je nach Niederschlagsmengen und Vorgaben zur Leistungsreduktion nach EEG netto zwischen 20 Terawattstunden (TWh) und 29 TWh. 2015 lag die Produktion bei 20,5 TWh und 2018 bei 16,9 TWh, das entsprach einem Anteil von 3,2% der gesamten erzeugten Energie. Wasserturbinen haben hohe Wirkungsgrade bis zu 95%.

In Deutschland waren 2018 insgesamt 7097 Wasserkraftwerke in Betrieb, die mit 17 TWh 3,2% zur Nettostromerzeugung beitrugen (Bild 15).

Ein weiterer Zubau ist aus geografischen Gründen kaum vorstellbar²¹.

Die meisten Anlagen befinden sich in Süddeutschland.

²⁰ <https://energie.ch/wasserturbinen/>

²¹ <http://www.floecksmuehle->

[fwt.de/images/08_downloads/WW_2010%20Wasserkraftpotenzial%20in%20Deutschland.pdf](http://www.floecksmuehle-fwt.de/images/08_downloads/WW_2010%20Wasserkraftpotenzial%20in%20Deutschland.pdf)

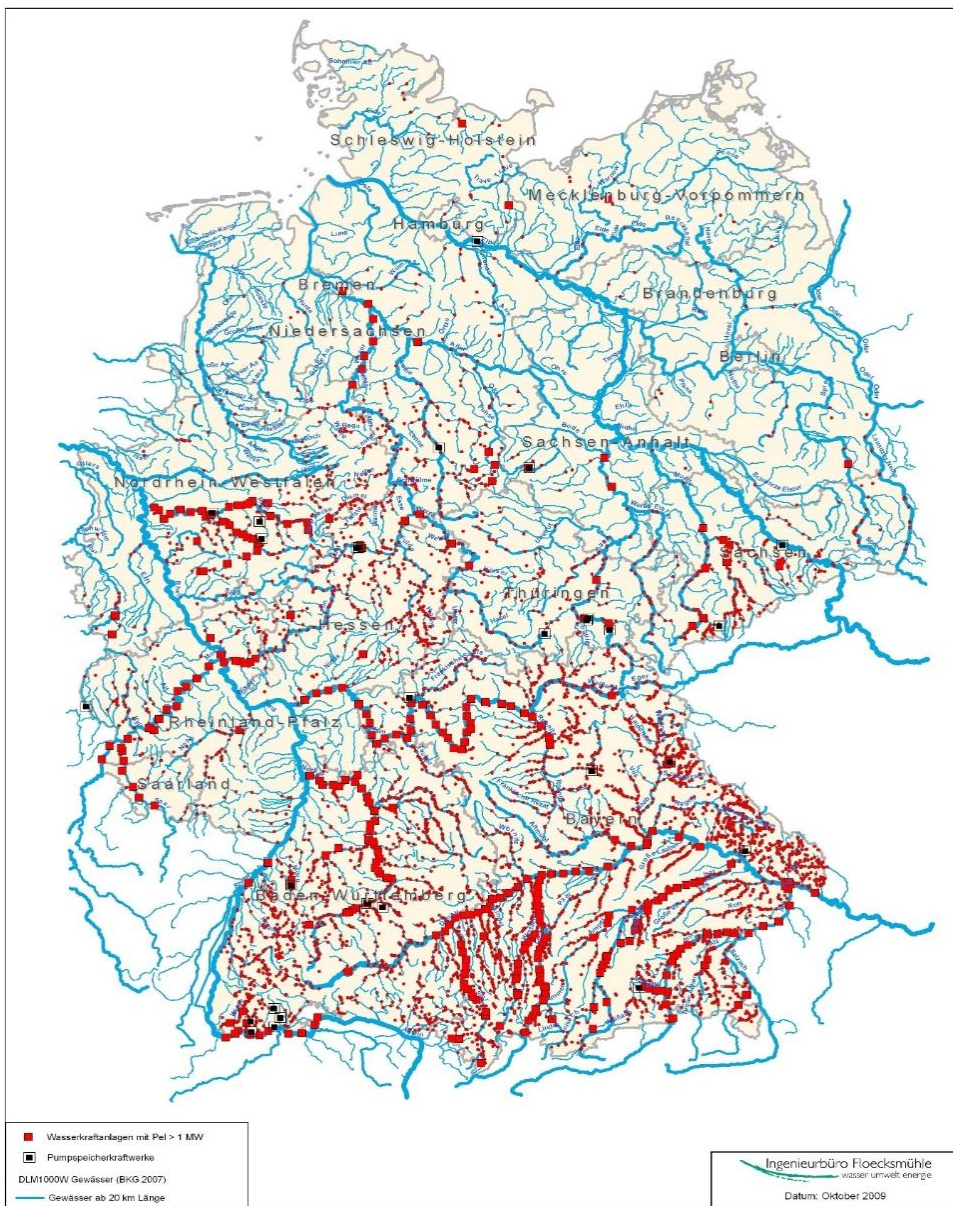


Bild 15. Bestand der Wasserkraftanlagen in Deutschland²¹

Auch die Nutzung von **Gezeitenkraftwerken** ist geografisch stark begrenzt, weil dafür ein Tidenhub von mehr als 5 Meter erforderlich ist. Am 13. Mai 2016 wurde das Pilotprojekt von EDF Energies Nouvelles im Departement Côtes d'Armor in der Bretagne gestartet. Zwei Turbinen sollten ab Sommer 2017 ein MW liefern²².

Untersucht und erprobt werden auch so genannte **Wellenkraftwerke**, die die Energie aus den Meereswellen nutzen. Bisher scheiterten die Wellenkraftwerke an mangelnder Rentabilität (VDI-Nachrichten 20.03.2020).

²² https://www.edf-re.de/wp-content/uploads/EDF_EN_Lessentiel_2016-2017_Allemand_V3.pdf

2.3.3 Prinzipielle Wirkungsweise der Pumpspeicherkraftwerke

In Deutschland war 2017 eine Pumpspeicherleistung von insgesamt etwa 6,7 GW (Gigawatt) installiert. Die Speicherkapazitäten reichen dabei täglich für 4 bis 8 Stunden Dauerbetrieb. Daraus ergab sich 2017 eine Gesamtspeicherkapazität von 37,4 GWh. Im Jahr 2006 erzeugten die deutschen Pumpspeicherkraftwerke 4042 GWh (4,042 TWh) elektrische Energie. Dem stand eine Pumparbeit von 5829 GWh gegenüber, so dass der durchschnittliche Wirkungsgrad bei etwa 70 % bis 80% lag. Der Jahresenergiebedarf der Bundesrepublik beträgt ca. 600 TWh, das sind 600000 GWh. Die Bilder 16 und 17 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise²³.

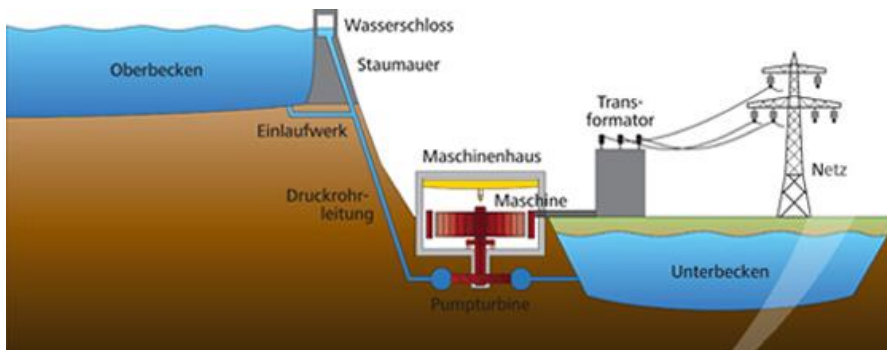


Bild 16. Funktionsprinzip von Pumpspeicherkraftwerken²³

Moderne Pumpspeicherkraftwerke haben einen Wirkungsgrad von über 80% und können innerhalb von 90 Sekunden zwischen der vollen Stromerzeugung und der vollen Pumpleistung umgeschaltet werden. Bei Strombedarf fließt das Wasser vom Ober- ins Unterbecken, die Turbine treibt den Generator an, der den benötigten Strom liefert. Bei Überschuss an elektrischer Leistung im Stromnetz arbeitet der Generator als Elektromotor und treibt die Pumpe an, die das Wasser wieder in das Oberbecken pumpt. Ein wirtschaftlicher Betrieb



dieser Anlagen ist aber nur möglich, wenn ein konstanter und kurzfristiger Wechsel zwischen den beiden Betriebsarten möglich ist²⁴.

Bild 17. Luftbild eines Pumpspeicherkraftwerks an einem Fluss mit künstlichem Oberbecken

Die so genannte Schluchseegruppe im Schwarzwald²⁵ nach Bild 18 wird aus drei Pumpspeicherkraftwerken gebildet, die hintereinander kaskadiert sind und so zusammen den

²³ <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/flexibilitaet-und-speicher/pumpspeicher/>

²⁴ <https://www.thueringen.de/de/publikationen/pic/pubdownload1272.pdf>

²⁵ <http://schluchseewerk.de/index.php/component/content/category/11-standorte>

größten Wasserkraft-Komplex in Deutschland bilden. Die mittlere Fallhöhe der Gesamtanlage beträgt 610 m, die kumulierte Stollenlänge 24,853 km und die jährlich erzeugte Strommenge 520 Mio. kWh, das sind 520 GWh.

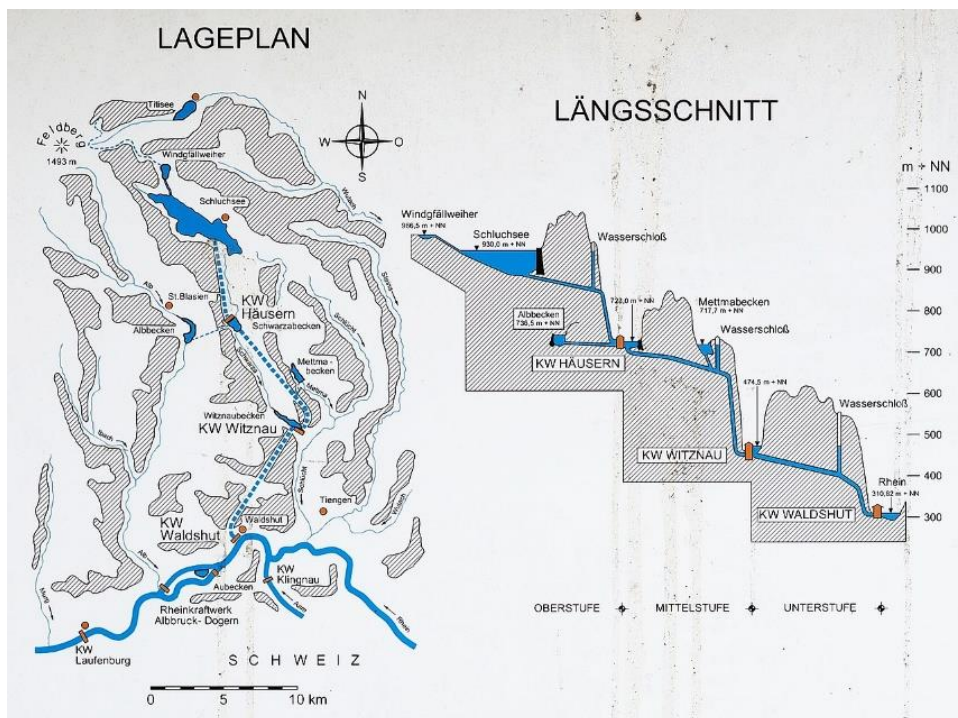


Bild 18. Pumpspeicherkraftwerke (Schluchseewerk AG im Schwarzwald)²⁵

Die Vollkosten, um elektrische Energie in einem Pumpspeicherkraftwerk für einen Tag zu speichern, liegen bei 3 bis 5 Cent/kWh. Die Speicherdauer beeinflusst die Kosten: je länger gespeichert wird, desto höher die Kosten, je kürzer gespeichert wird, desto niedriger die Kosten.

Als Langzeitspeicher sind die Anlagen ohnehin nicht geeignet, weil ein kontinuierlicher Betrieb mit Aufnahme und Abgabe elektrischer Leistung erforderlich ist. Mit zunehmendem Ausbau der Solar- und Windenergieanlagen wird ein wirtschaftlicher Betrieb immer schwieriger. Das hat dazu geführt, dass erste Stilllegungsanträge für Pumpspeicherkraftwerke vorliegen und Planungen für neue Anlagen eingestellt werden²⁶.

Auch ist aus geografischen Gründen der Aufbau weiterer Pumpspeicherkraftwerke in Deutschland erheblich eingeschränkt. Der erforderliche Platzbedarf und Höhenunterschied sind kaum noch verfügbar.

2.3.4 Solaranlagen

Die Sonne ist die natürliche und wichtigste Energiequelle der Erde. Die Energie, die die Sonne in den Weltraum abstrahlt, ist relativ konstant und beträgt $3,8 \cdot 10^{26}$ Ws, das entspricht $1,06 \cdot 10^{11}$ TWh, eine unvorstellbare große Menge. Zur Erde gelangt davon nur ein ganz kleiner Teil. Die auf die Erdoberfläche auftreffende Strahlung beträgt weltweit im Tagesdurchschnitt (bezogen auf 24 Stunden) noch ungefähr 165 W/m^2 mit erheblichen

²⁶ <https://www.welt.de/wirtschaft/energie/article145126011/Absurde-Regelung-verhindert-neue-Oekostrom-Speicher.html>

Schwankungen je nach Breitengrad, Höhenlage und Witterung. Letztlich wird ein großer Teil der Sonnenenergie in Form von reflektiertem Licht und Wärmestrahlung wieder an den Weltraum abgegeben. Der gesamte Energiebedarf der Erde könnte damit komplett abgedeckt werden, wenn diese Energie zu 100% genutzt werden könnte.

Nahezu die gesamte Erdenergie ist letztendlich umgewandelte Sonnenenergie. Pflanzen wandeln den CO₂-Gehalt der Luft mit Hilfe der Photosynthese in Sauerstoff und Biomasse, Blätter oder Holz um. So ist auch die Kohle entstanden.

Solarzellen in Fotovoltaikanlagen können die Sonnenenergie direkt in elektrischen Strom wandeln. Der Wirkungsgrad ist dabei abhängig von der Art der Solarzelle und den Modulen in der Photovoltaikanlage. Er schwankt zwischen 8% bei amorphen Siliziumzellen bis 20% bei monokristallinen Zellen. Galliumarsenid-Zellen haben Wirkungsgrade bis 25%²⁷. Die so genannten CIGS-Module nutzen eine Kombination aus Kupfer, Indium, Gallium und Diselenid und erreichen in Massenherstellung heute einen Wirkungsgrad von fast 15 Prozent.

Das Fraunhofer Institut ISE schreibt in der Studie »**Aktuelle Fakten zur Photovoltaik**« auf Seite 41 dazu²⁸:

Der nominelle Wirkungsgrad von kommerziellen waferbasierten PV-Modulen (d.h. Module mit Solarzellen auf Basis von Siliciumscheiben) aus neuer Produktion stieg in den letzten Jahren um ca. 0,3%-Punkte pro Jahr auf Mittelwerte von ca. 17,5% und Spitzenwerte von 22%. Pro Quadratmeter Modul erbringen sie damit eine Nennleistung von 175 W, Spitzenmodule bis 220 W.

Eine heute installierte PV-Anlage erreicht über das Jahr PR-Werte von 80 bis 90% inkl. aller Verluste durch erhöhte Betriebstemperatur, variable Einstrahlungsbedingungen, Verschmutzung und Leitungswiderständen, Wandlungsverlusten des Wechselrichters und Ausfallzeiten. In Deutschland werden je nach Einstrahlung und PR spezifische Erträge um 900-950, in sonnigen Gegenden über 1000 kWh/kWp erzielt. Pro Quadratmeter Modul entspricht dies ca. 150 kWh, bei Spitzenmodulen ca. 180 kWh.

PR, Performance Ratio (engl. *performance* für »umgesetzte Leistung« und *ratio* für »Verhältnis«) benennt das Verhältnis zwischen tatsächlichem und idealem Ertrag. *Ein durchschnittlicher 4-Personen-Haushalt verbraucht pro Jahr ca. 4400 kWh Strom, dies entspricht dem Jahresertrag von 30 m² neuen Modulen mittleren Wirkungsgrades. Die ungefähr nach Süden orientierte und mäßig geneigte Dachfläche eines Einfamilien-Hauses reicht somit rechnerisch aus, um den Jahresstrombedarf einer Familie in Summe über eine PV-Anlage mit ca. 20 Modulen zu erzeugen*

Nachteilig ist aber der Temperatureinfluss. Mit steigender Zellentemperatur vermindert sich die Zellenspannung und reduziert dadurch die abgegebene Leistung; je stärker die Sonne scheint, um so wärmer wird die Zelle und damit der Wirkungsgrad kleiner. Im Rahmen der Energiewende spielen Photovoltaikanlagen auf Dächern²⁹ (s. Bild 19) und als Freifeldanlagen eine besondere Rolle.

²⁷ <https://www.photovoltaik.org/wissen/photovoltaik-wirkungsgrad>

²⁸ <https://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/studien/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.html>

²⁹ <https://www.energie-fachberater.de/strom-solar/solar/photovoltaik/einspeiseverguetung-fuer-photovoltaik-anlagen.php>



Bild 19. Solaranlagen auf Hausdächern Foto: www.Energie-Fachberater.de²⁹

Freifeldanlagen können bis zu Leistungen im MW-Bereich gebaut werden. Zu den größten Anlagen hierzulande gehören der Solarpark Neuhardenberg (145 MW) sowie ein Park in Senftenberg (168 MW). Bemerkenswert ist die Größe der bebauten Fläche, die für keine andere Nutzung mehr zur Verfügung steht. Bereits 2020 soll in Weesow-Willmersdorf der größte Solarpark Deutschlands auf 164 ha mit 465000 Modulen, 187 MWp Leistung in Betrieb genommen werden^{30,31}. Er soll 180 GWh pro Jahr Energie einspeisen.



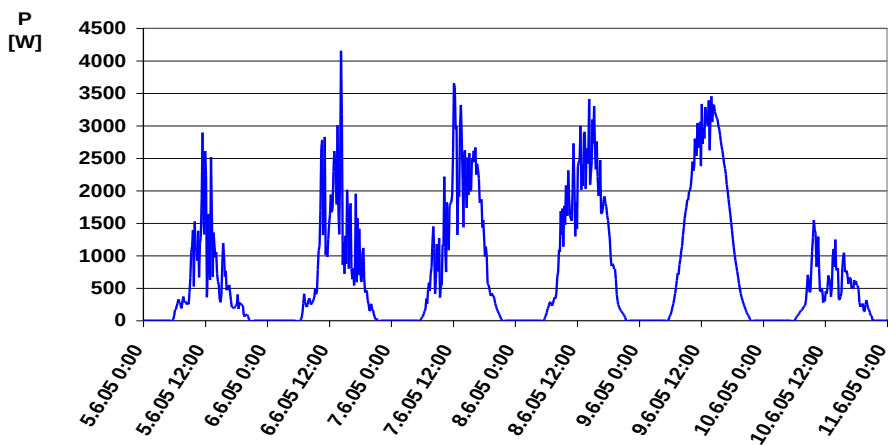
Bild 20. Solarpark Weesow-Willmersdorf³¹

Auch schwimmende Solarparks werden erprobt, wie die VDI-Nachrichten am 20.03.2020 unter dem Titel »Geparkt im Baggersee« berichten.

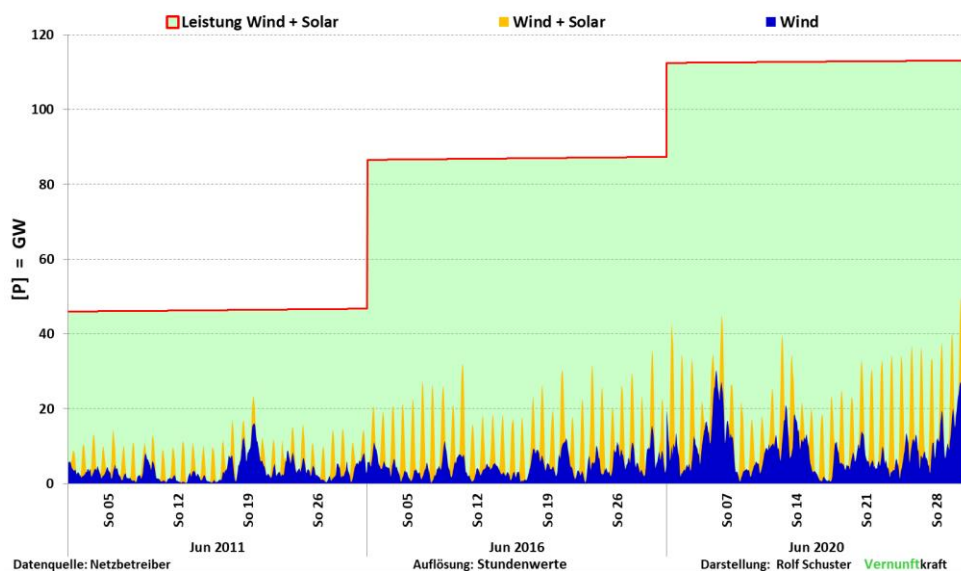
Solaranlagen und Windanlagen können nur Strom erzeugen, wenn die Sonne scheint und der Wind weht. Das führt zu einer stark fluktuierenden Einspeiseleistung, wie Bild 21 zeigt. Auch kurzzeitige Wolkenabdeckungen reduzieren die Einspeiseleistung erheblich^{32, 33}.

³⁰ <https://www.enbw.com/unternehmen/presse/baustart-fuer-solarpark-weesow-willmersdorf.html>

³¹ <https://www.photovoltaiik.eu/generator-zubehoer/enbw-baut-180-megawatt-solarpark-brandenburg>



Leistung einer Solaranlage mit 5 kW Spitzenleistung³²



Leistung alle Solar- und Windanlagen Deutschlands³³

Bild 21. Fluktuierende Leistungseinspeisung von Solar- und Windanlagen
oben Solaranlage mit 5 kW peak **unten** Leistung alle Solar- und Windanlagen Deutschlands

Von den 8760 Jahresstunden scheint in den einzelnen Bundesländern die Sonne nur eine begrenzte Zeit. Die durchschnittliche Anzahl der Sonnenstunden in den Bundesländern zeigt Bild 22³⁴.

³² Diplomarbeit Thomas Staggenborg, Power Quality bei dezentraler Energieeinspeisung unter besonderer Berücksichtigung von Solargeneratoren, Sommersemester 2005, Labor für Leistungselektronik, Jade-HS, WHV

³³ <https://www.vernunftkraft-odenwald.de/grafiken-von-rolf-schuster-zur-energiewende/>

³⁴ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/36178/umfrage/sonnenstunden-im-sommer-nach-bundeslaendern/>

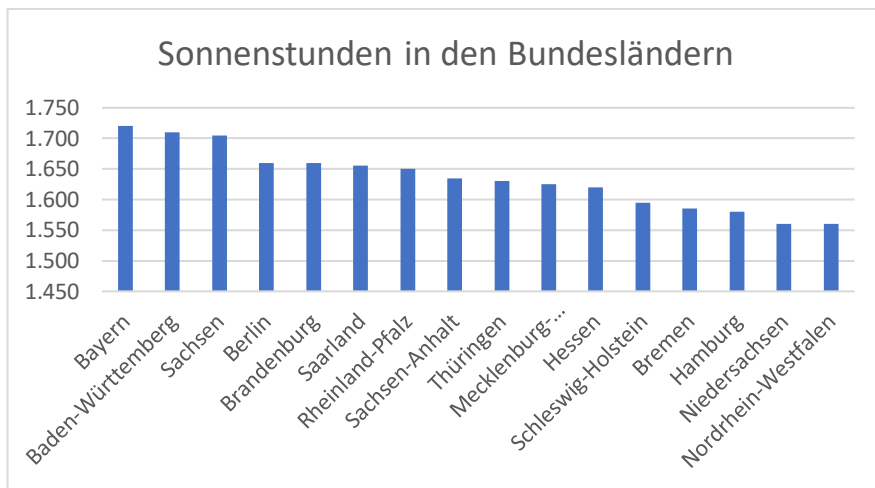


Bild 22. Zahl der Sonnenstunden in den einzelnen Bundesländern³⁴

Die kumulierte elektrische Leistung der über 1,7 Millionen netzgekoppelten Photovoltaikanlagen in Deutschland betrug Ende 2019 rund 49,78 Gigawattpeak. Bayern ist mit Abstand das Bundesland mit der höchsten installierten Leistung, gefolgt von Baden-Württemberg und Nordrhein-Westfalen. Die geringste Nennleistung haben die Stadtstaaten Bremen, Hamburg und Berlin.

Beim Erreichen einer installierten Photovoltaik-Leistung von 52 Gigawatt drohte ein Ende der Förderung für Dachanlagen und kleine Freiflächenanlagen nach dem EEG³⁵. Dieser so genannte Deckel wurde im Mai 2020 vom Bundeskabinett aufgehoben. Mit dem Zubau bis zum Jahresende 2019 wurden annähernd 49,783 Gigawatt installierte Leistung erreicht³⁶.

Im Juni 2019 produzierte die *Photovoltaik* 7,2 TWh elektrische Energie und war damit erstmals im Monatsschnitt vor Braunkohle und Windenergie die wichtigste deutsche Stromquelle.

Der Bundesverband der Solarwirtschaft (BSW) stellt zusammenfassend in der Vorabversion der Studie **»Energiewende im Kontext von Atom- und Kohleausstieg – Perspektiven im Strommarkt bis 2040«**³⁷ fest, dass der *Umbau des deutschen Kraftwerkparks einen starken Ausbau von Windenergie und Photovoltaik erfordert.... Die Studie ermittelt anhand des entwickelten Energiemarktmodells einen notwendigen Anstieg der kumulierten installierten PV-Bruttoerzeugungskapazität auf 102 GW in 2025, 162 GW in 2030 und 252 GW in 2040. Dabei wird vor allem das Segment der Freiflächen- /Großanlagen ab 500 kWp von heute ca. 15,7 GW auf 126,7 GW installierter Leistung anwachsen. Im Segment Gewerbeanlagen bis 500 kWp wird die installierte Leistung von heute ca. 24 GW auf ca. 91 GW im Jahr 2040 zunehmen. Für das Segment der PV-Kleinanlagen bis 10 kWp, das die privaten Haushalte abbildet, wird eine Steigerung der installierten PV-Leistung von heute ca. 6,6 GW auf 35 GW im Jahr 2040 erwartet.*

Natürlich steht in der Nacht keine und bei bedecktem Himmel nur eine stark begrenzte elektrische Leistung zur Verfügung. Die zur Abhilfe erforderlichen Speicher werden im Kapitel 4.3. behandelt.

³⁵ <https://x2e-se.de/photovoltaik-solar/was-bedeutet-der-pv-deckel-fuer-pv-anlagen>

³⁶ <https://www.pv-magazine.de/2020/01/31/photovoltaik-zubau-in-deutschland-schrammt-2019-knapp-an-vier-gigawatt-marke-vorbei/>

³⁷ https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/EuPD_zusammenfassung_studie_strommarkt.pdf

Solarthermie-Anlagen nutzen die Wärmestrahlung direkt, die in kleinen Anlagengrößen zur Warmwassererzeugung oder der Heizung dienen. Mit großen Anlagen können solarthermische Kraftwerke betrieben werden. Dabei wird die Sonnenstrahlung mit speziellen Spiegeln fokussiert auf die Sonnenkollektoren gelenkt, dabei können die Spiegel dem Gang der Sonne nachgeregelt werden.

Marokko baut in der Wüste gewaltige Parks für erneuerbare Energien und will sich vom Öl lösen³⁸. In Deutschland fand diese Technik bisher keine Anwendung. Das geplante Großprojekt DESERTEC in Marokko wurde nicht realisiert.

2.3.5 Windenergieanlagen

Die Windenergie wird politisch als wichtigste zukünftige Energiequelle eingeschätzt. Der Bundesverband der Windenergie (BWE) veröffentlicht die jeweils aktuellen Daten. Ende 2018 waren 29231 Onshore Anlagen mit 52,9 GW und 1305 Offshore Anlagen mit 6,4 GW installiert. Die Verteilung der Anlagen auf die einzelnen Bundesländer zeigt Bild 23³⁹. Mit dem Zubau in 2019 erreichten die 30925 On-shore und Offshore Anlagen die installierte Leistung 61,43 GW. Diese gesamte installierte Leistung lieferte 132 TWh von der gesamten Nettoenergie 513 TWh, das sind nur 25,7%. Insgesamt stand damit die erzeugte Windleistung von den abzudeckenden 8760 Jahresstunden nur für 2051 Volllaststunden zur Verfügung. Der Hauptgrund dafür ist natürlich das stark schwankende und auch insgesamt geringe Windangebot. Nachstehend sind für 2019 die installierten Leistungen und die Gesamtzahlen der Anlagen aufgelistet.

Jahr	Gesamt		Onshore		Offshore	
	Anzahl	Leistung	Anzahl	Leistung	Anzahl	Leistung
Zubau 2019	438	2047,1 MW	278	936,4 MW	160	1110,7 MW
insgesamt	30925	61428	29456	53912	1469	7516

Installierte Leistungen und Anzahl aller Windenergieanlagen in 2019.

Die Windleistung hängt von der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit ab; d.h. bei doppelter Windgeschwindigkeit ergibt sich die achtfache Leistung.

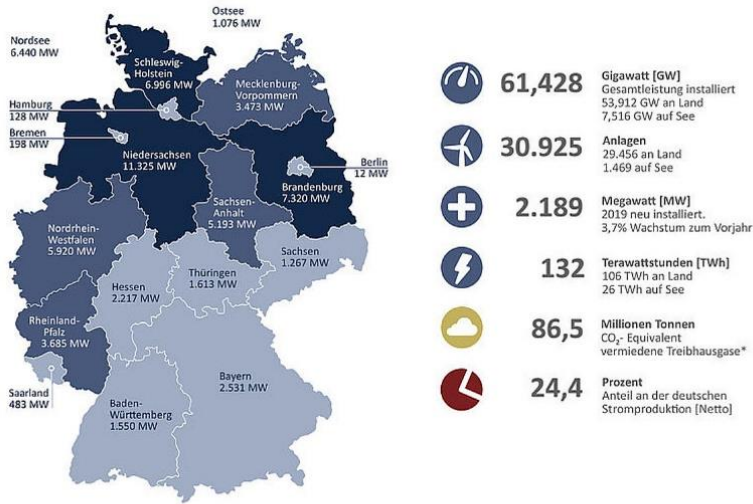
Bild 24 zeigt den Windatlas für Europa in 100 Meter Höhe⁴⁰.

³⁸ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus207651067/Solarenergie-Der-Traum-von-billigem-Oekostrom-aus-der-Wueste.html?cid=onsite.onsitesearch>

³⁹ <https://www.wind-energie.de/themen/zahlen-und-fakten/>

⁴⁰ <https://www.forwind.de/de/presse/news/20190702-neuer-windatlas-fur-europa-fertiggestellt/>

INSTALLIERTE LEISTUNG PRO BUNDESLAND | GEBIET



Quellen: BWE, Dt.WindGuard, Fraunhofer ISE, Umweltbundesamt, AEE e.V. *Daten vorläufig Grafik: Strom-Report Stand: Februar 2020

Bundesverband WindEnergie e.V. | info@wind-energie.de | [@BWEeV](https://twitter.com/BWEeV) | Wind-Energie.de

Bild 23. Installierte Windenergieleistung in den einzelnen Bundesländern Ende 2019³⁹

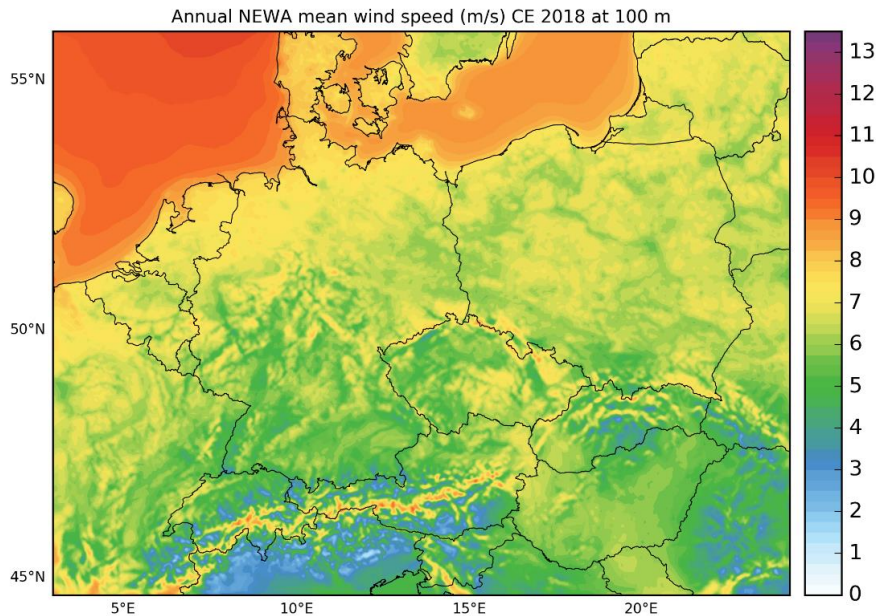


Bild 24. Mittel der Windgeschwindigkeit (1989-2018) in 100 m Höhe⁴⁰

Quelle: B. Witha, ForWind, Universität Oldenburg, NEWA, map.neweuropeanwindatlas.eu

In Süddeutschland werden großflächig nur ca. 5 bis 6 m/s und in Norddeutschland ca. 7 m/s in 100 m Höhe erreicht. Bei 5 m/s liefern die Windanlagen ca. 10% ihrer Nennleistung.

Bild 25 zeigt die typische Leistungskennlinie einer modernen Windenergieanlage⁴¹. Die Anlaufgeschwindigkeit beträgt ca. 3,5 bis 4 m/s, die Nennleistung erreicht die Anlage erst bei 15 m/s.

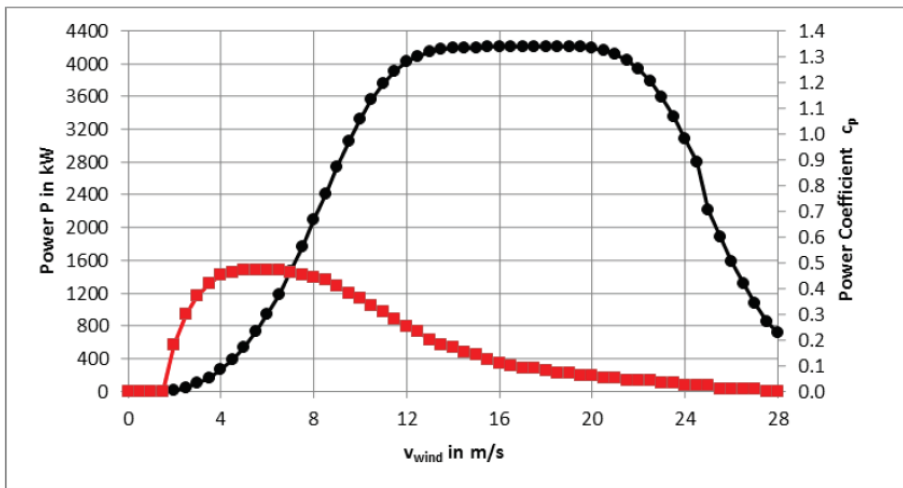


Abb. 1: Power- und c_p -curves E-138 EP3 E2 / 4200 kW operating mode 0 s



Bild 25. a: Leistungskurve der Enercon E-138 EP3 E2⁴¹
copyright ENERCON

Enercon nennt für diese Schwachwindanlage folgende Daten:

Nabenhöhe 81 / 111 / 131 / 160 m,

Rotordurchmesser 138,6 m,

Nennleistung 4,2 MW bei 12,5 m/s (Windstärke 6)

Einschaltgeschwindigkeit 2,5 m/s,

bei 4 m/s (Windstärke 3) werden 300 kW geliefert, das entspricht 7,1% von P_N ,

bei 6 m/s (Windstärke 4) werden 1,2 MW geliefert, das entspricht 28,6% von P_N ,

bei 8 m/s (Windstärke 5) werden 2 MW geliefert, das entspricht 47,6% von P_N ,

Bei 34 m/s wird die Anlage aus Sicherheitsgründen abgeschaltet.

Die Abhängigkeit der Leistung von der dritten Potenz der Windgeschwindigkeit verdeutlicht das folgende Bild 25 b.

⁴¹ <https://www.enercon.de/de/produkte/ep-8/e-126/>

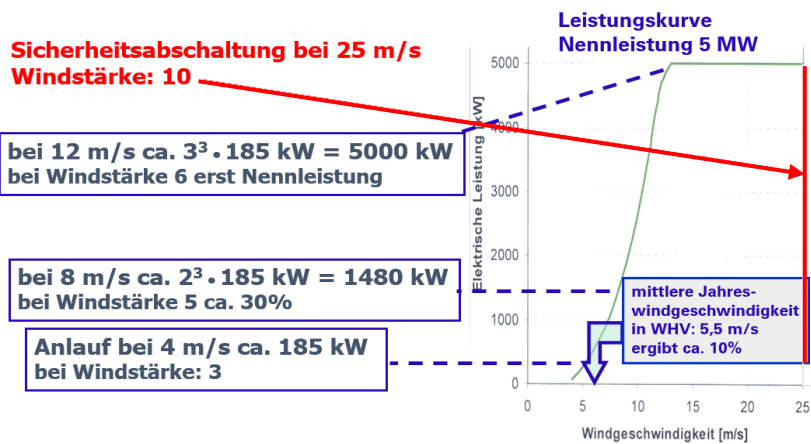


Bild 25 b Leistungswerte einer 5 MW-Anlage in Abhängigkeit der Windgeschwindigkeit

Danach ist die nutzbare Jahresleistung stark begrenzt.

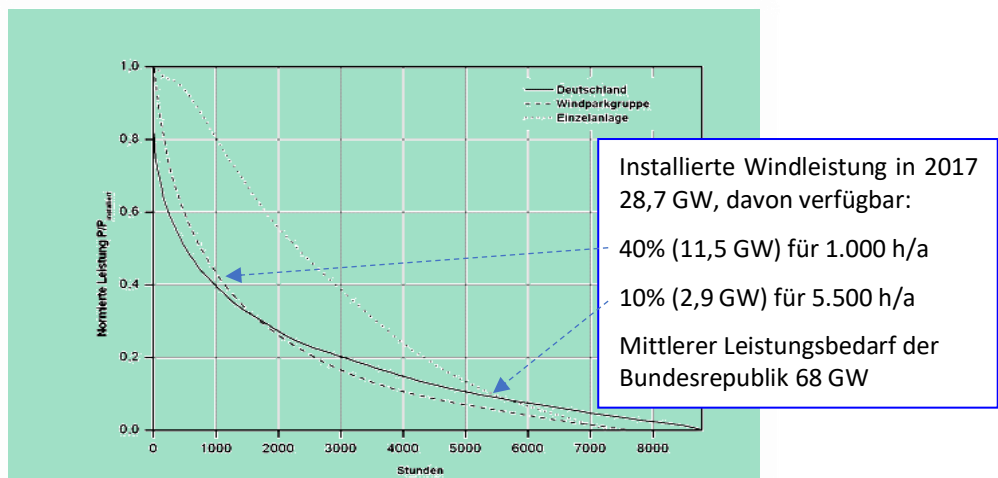


Bild 26. Jahresleistung von Onshoreanlagen in Abhängigkeit der Jahresstunden

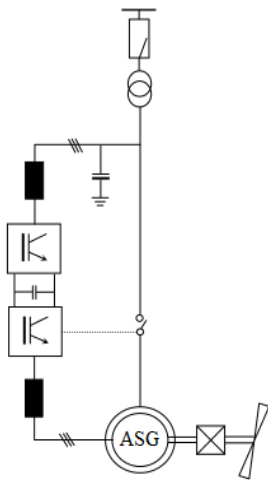
Quelle: Institut für Solare Energieversorgungstechnik ISET e.V.

Von den in 2017 installierten 28,7 GW aller Onshore Windenergieanlagen ergab sich lediglich eine Jahresverfügbarkeit von ca. 10% der installierten Windparkleistung, das entspricht 2,9 GW für 5.500 h und 40% der installierten Windparkleistung (11,5 GW) für 1000 h. Die prozentualen Anteile sind auf die aktuellen installierten Leistungswerte übertragbar.

Moderne Windenergieanlagen unterscheiden sich durch ihre Konstruktion und damit in den technischen Möglichkeiten, Energie in das Netz einzuspeisen.

Weit verbreitet werden aus Preisgründen doppelt gespeiste Asynchronmaschinen als drehzahlvariable Anlagen (»Doubly-Fed Induction Generator«, DFIG) verbaut. Das sind Asynchrongeneratoren mit Schleifringläufer, deren Statorwicklungen direkt auf das Netz geschaltet sind. Über einen Pulsumrichter wird dem Läufer die Schlupfleistung zugeführt. Die Läuferfrequenz (f_2) ist dabei aus der Differenz der mechanischen Drehfrequenz (f_n) und

der konstanten Netzfrequenz (f_1) vorzugeben ($f_2 = f_1 - f_n$). Weil der Wechselrichter nur für (10-40) % der Nennleistung ausgelegt werden muss, reduziert sich der Anlagenpreis.



Diese Anlagen sind aber nicht in der Lage, ein eigenes 50 Hz-Netz aufzubauen. Die Einspeisefrequenz wird nur vom Netz vorgegeben, eine Frequenzregelung ist damit nicht möglich. Bild 27 zeigt den prinzipiellen Aufbau dieser Anlagen⁴².

Alle Wind- und Solaranlagen sind stromgeregelt; d.h. bei einem Kurzschluss im Netz können sie keinen Kurzschlussstrom liefern, so dass keine Überstromsicherung anspricht. Es müsste noch eine komplett neue Schutztechnik entwickelt werden.

Bild 27. Doubly-Fed Induction Generator (DFIG) für Windenergieanlagen

Leistungsfähiger sind Windenergieanlagen mit Vollumrichter nach Bild 28⁴³.

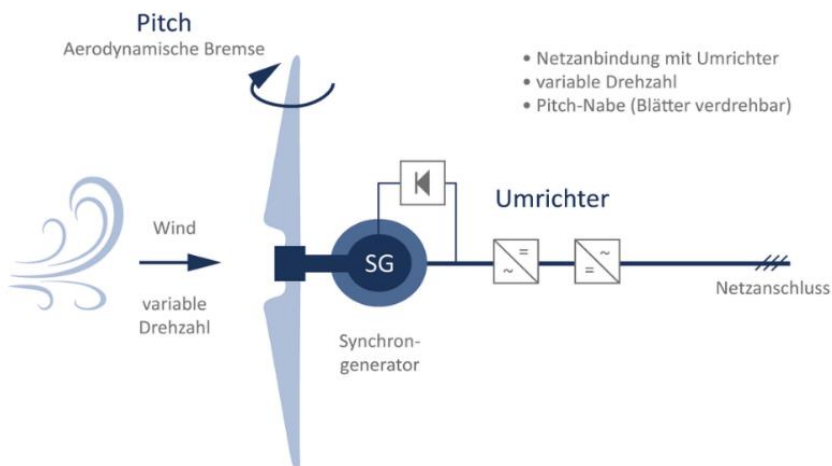


Bild 28. Prinzip einer getriebelosen Windenergieanlage mit Vollumrichter

Sie haben technologisch das beste Konzept, **könnten** Inselnetze aufbauen, werden aber dafür nicht benutzt. **Diese Anlagen haben den höchsten Preis und überschreiten deshalb bei den Windparkausschreibungen oft die vorgegebene maximale Preisgrenze für eine Kilowattstunde. Deshalb gewinnen diese Windenergieanlagen kaum eine Ausschreibung!**

Windenergieanlagen nur mit einem Asynchrongenerator direkt am Netz, sogenannte Stallanlagen, werden heute nicht mehr verbaut.

Bezogen auf die erzeugte elektrische Leistung haben Windenergieanlagen einen erheblichen Platzbedarf. Bild 29 zeigt einen Onshore Windpark, der auch optisch ein gewisses Störpotential besitzt.

⁴² <http://web.mit.edu/kirtley/binlustuff/literature/wind%20turbine%20sys/DFIGinWindTurbine.pdf>

⁴³ <https://www.wind-energie.de/themen/anlagentechnik/anlagenkonzepte/generatorenkonzepte/>



Bild 29. Onshore Windpark mit großem Platzbedarf und störender Optik (privat)

Der Flächenbedarf für die Offshore Windenergieanlagen im Windpark Nordergründe, etwa 15 Kilometer östlich der Insel Wangerooge, mit 18 WEA des Typs Senvion 6.2M126 mit je 6,15 MW Nennleistung, Gesamtleistung 110,7 MW, beträgt $10 \text{ km}^2 = 1000 \text{ ha}$. Hinzu kommt eine Sicherheitszone um die äußeren Anlagen von 500 m, so dass das gesamte Planungsgebiet 20 km^2 groß ist. Der Abstand zwischen den Anlagen beträgt mindestens 300 m.

Zum Vergleich: das **ONYX**, früher **ENGIE**, **800 MW** Kohlekraftwerk in Wilhelmshaven ist auf einer Fläche von 22 ha gebaut und kann die Nennleistung für mehr als 6000 Stunden liefern. Der Windpark benötigt das 328-fache der Fläche eines konventionellen Kraftwerks, mit Berücksichtigung der Sicherheitsfläche von insgesamt 20 km^2 sogar das 656-fache bei einer wesentlich reduzierten Verfügbarkeit. Das Kraftwerk wurde Ende 2019 an die niederländische Investmentgesellschaft Riverstone Holdings verkauft. Auf dem Meer gibt es verbesserte Windangebote. Dadurch erreichen Offshore Parks oft mehr als viertausend Jahresvolllaststunden. Die Zahl der Jahresvolllaststunden gibt das Verhältnis der erreichbaren Einspeiseenergie in kWh zur installierten elektrischen Leistung in kW an. Für Offshore Parks werden derzeit Parkleistungen bis zu einigen 100 MW geplant. Bild 30 zeigt Anlagen mit unterschiedlichen Turmkonstruktionen aus dem Forschungswindpark Alpha Ventus⁴⁴.

⁴⁴ <https://www.alpha-ventus.de/ueberblick>



Bild 30. Offshore Anlagen im Forschungswindpark Alpha Ventus (privat)
links: Multibrid-Anlagen mit Serviceschiff rechts: Repower-Anlagen

Die Leistung der Anlagen steigt stetig. 2018 stellte Vestas die 10 MW Anlage vor, 2019 GE die 12 MW Anlage und Siemens Gamesa plant 2020 die 14 MW Anlage.

Bekanntlich weht der Wind mit unterschiedlicher Stärke. Bild 31 zeigt für 2010 bis Juni 2020 die eingespeiste gesamte Windleistung in Deutschland. Mit Zunahme der installierten Leistung erhöhen sich die Einspeiseleistungsspitzen, aber eine Grundlast bildet sich nicht aus. Große Zeitabschnitte, in denen die Windleistung vernachlässigbar klein ist, bleiben weiterhin existent⁴⁵.

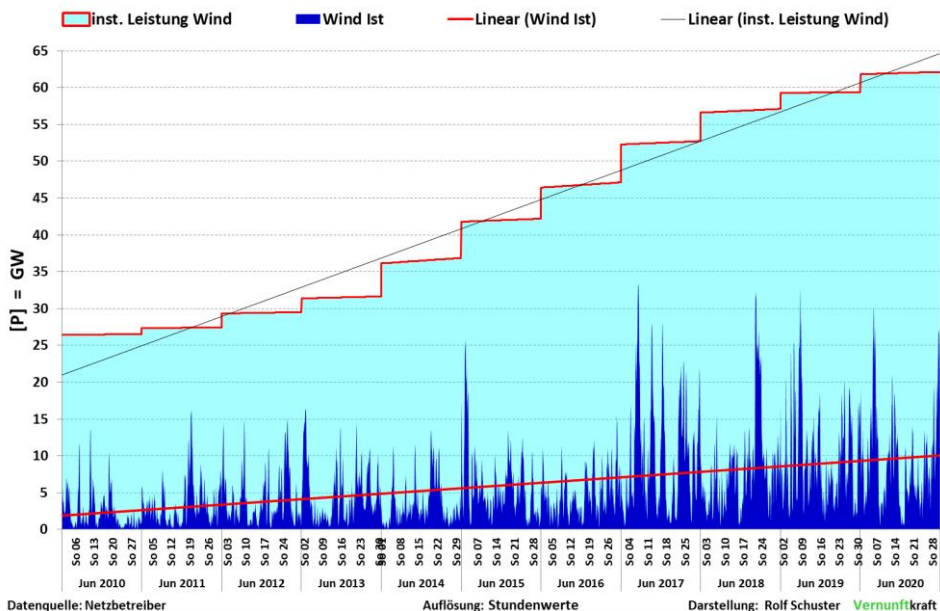


Bild 31. Fluktuierende Leistung aller Windanlagen (2018 installierte Leistung 57,8 GW) [45]

Nachteilig ist auch, **dass alle Windanlagen derzeit kein eigenes 50 Hz-Netz aufbauen können**. Sie sind somit auf einen Netzanschluss angewiesen. Das führt zu Problemen, wenn

⁴⁵ <https://www.vernunftkraft-odenwald.de/grafiken-von-rolf-schuster-zur-energiewende/>

dieser Anschluss nicht verfügbar ist, wie am 14.02.2014 die EWE (AG) für den Offshore Windpark Riffgat meldete⁴⁶.

Verbaut wurden dort

- 30 Windenergieanlagen mit einer Leistung von insgesamt 108 MW
 - Siemens-Windkraftanlagen der 3,6 Megawatt-Klasse, Modell SWT-3.6-120 mit einer Gesamthöhe von 150 Metern (bebaute Wasserfläche 6 km² = 600 ha).
 - Bisherige Offshore-Windparks weisen Werte von 4.500- 4.600 Volllaststundenzahlen auf.
 - 200.000 Haushalte á 3 500 kWh/a benötigen 700 Millionen kWh, dafür müsste der Windpark 6481 Stunden lang Nennleistung liefern!
- Der Netzanschluss erfolgt über ein 80 Kilometer langes 155 kV-Drehstromkabel

Der Windpark »Riffgat« war zwar fertiggestellt, konnte aber nicht ins Netz einspeisen, weil das Netzkabel noch nicht fertig war. Um die Anlagen überwachen und im Standby halten zu können, wurden Notstromaggregate mit Diesel betrieben, die **22 000 Liter pro Monat verbrauchten!**

Warum der Dieselbetrieb⁴⁷??

Die Windenergieanlagen können nur mit einem stabilen 50 Hz-Netz Strom erzeugen, sich ohne Netz aber nicht selbst versorgen. Der Aufbau eines Inselnetzes ist nicht möglich!!

Auch wenn es vielleicht bald »Fliegende Windkraftanlagen« geben wird, werden diese grundsätzlichen Probleme nicht gelöst.

2.3.6 Brennstoffzelle

Brennstoffzellen liefern elektrischen Strom, der aus der Umwandlung von Wasserstoff mit Sauerstoff aus der Luft zu Wasser gewonnen wird. Das Prinzip der Brennstoffzelle wurde bereits 1838 von Christian Friedrich Schönbein erkannt, als er zwei Platindrähte in verdünnter Schwefelsäure mit Wasserstoff bzw. Sauerstoff umspülte und zwischen den Drähten eine elektrische Spannung bemerkte. Sir William Grove entdeckte zusammen mit Schönbein, dass mit der Umkehrung der Elektrolyse das Erzeugen von Strom und Spannung möglich wird. Die technischen Anforderungen und die Kosten sind hoch. Die prinzipielle Wirkungsweise zeigt Bild 32⁴⁸.

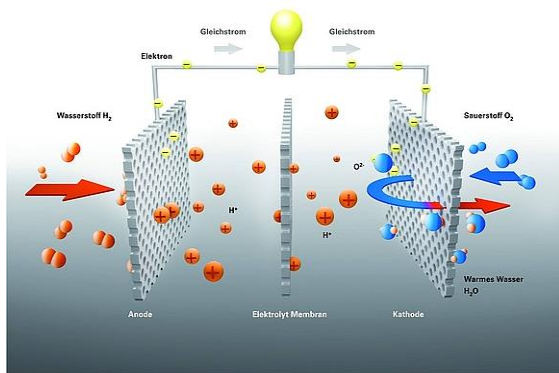


Bild 32. prinzipielle Wirkungsweise einer Brennstoffzelle⁴⁸

Technische Anwendungen ergaben sich aber zunächst nicht, weil elektrische Generatoren besser und mehr elektrische Leistung zur Verfügung stellen konnten.

⁴⁶ <https://www.manager-magazin.de/unternehmen/energie/offshore-windpark-riffgat-von-ewe-eroeffnet-ohne-kabel-a-915924.html>

⁴⁷ https://www.focus.de/finanzen/news/riffgat-in-der-nordsee-windpark-braucht-tausende-liter-diesel-niedersachsen-feiert-trotzdem-eroeffnung_aid_1068067.html

⁴⁸ <https://www.energie-experten.org/heizung/brennstoffzelle.html>

Erst in den 1950er Jahren wurde die Idee wieder aufgegriffen, weil in der Raumfahrt und beim Militär kompakte und leistungsfähige Energiequellen benötigt wurden. Die Brennstoffzelle wurde ab 1963 erstmals an Bord eines Satelliten und für die Gemini- und Apollo-Raumkapseln eingesetzt. Ende der 1990er Jahre galt die Brennstoffzelle als Technik der Zukunft. Großkraftwerke und Hochspannungsleitungen sollten überflüssig werden, Autos sollten ohne Abgase fahren und jedes Haus seinen eigenen Strom erzeugen können, ohne Lärm und völlig umweltfreundlich – soweit die Hoffnungen. Doch dann wurde es ruhiger um die vermeintlichen Wunderzellen.

Die theoretische Spannung einer Wasserstoff-Sauerstoff-Brennstoffzelle beträgt 1,23 V bei einer Temperatur von 25°C. Im Praxisbetrieb werden jedoch nur Spannungen von 0,5 bis 1 V erreicht. Nur im Ruhezustand oder bei kleinen Strömen werden Spannungen oberhalb 1 V erreicht. Für höhere Spannungen müssen entsprechend viele Zellen in Reihe geschaltet werden.

Die Zusammenschaltung erfolgt überwiegend in Sandwich-Bauweise. Die einzelnen Zellen werden aufeinandergestapelt, und zwischen den einzelnen Zellen werden sogenannte bipolare Platten eingefügt, die sowohl die Zufuhr der Reaktanden (Luft und Wasserstoff) zu den Elektroden als auch die Stromableitung in der Stapelachse gewährleisten. Bild 33 gibt einen Überblick der verschiedenen Zellentypen mit ihren möglichen Einsatzgebieten⁴⁸.

Brennstoffzelle	Betriebstemperatur	Elektrolyt	Brennstoff	Oxidant	Einsatzgebiet
Alkalische Brennstoffzelle (Alkaline Fuel Cell AFC)	80 °C	Kallilauge	Wasserstoff	Sauerstoff	Verkehr
Membran-Brennstoffzelle (Polymer Elektrolyt Membran Fuel Cell PEMFC)	80 °C	Festpolymer	Wasserstoff, Methanol	Sauerstoff/ Luft	Verkehr, BHKW
Phosphorsäure-Brennstoffzelle (Phosphoric Acid Fuel Cell PAFC)	200 °C	Phosphorsäure	Erdgas	Luft	BHKW
Karbonatschmelze-Brennstoffzelle (Molten Carbonate Fuel Cell MCFC)	650 °C	Lithium- und Kaliumkarbonat	Erdgas, Kohlegas	Luft	Kraftwerke, Heizkraftwerke
Oxidkeramik-Brennstoffzelle (Solid Oxide Fuel Cell SOFC)	800 bis 1.000 °C	Zirkondioxid	Erdgas, Kohlegas	Luft	Kraftwerke, Heizkraftwerke

Bild 33. Überblick der verschiedenen Brennstoffzellen mit ihren Einsatzgebieten⁴⁸

Bei den zwei für die Hausenergieversorgung gängigsten Typen handelt es sich um die PEMFC (engl. Proton Exchange Membrane Fuel Cell) und die SOFC (engl. Solid Oxide Fuel Cell) Brennstoffzellen. Darüber hinaus gibt es noch zahlreiche andere Brennstoffzellentypen.

2.3.7 Geothermie

Geothermie nutzt die Erdwärme zum Heizen, Kühlen und zur Stromerzeugung. Bild 34 stellt die prinzipielle Wirkungsweise dar. Das Umweltbundesamt erläutert in seinem Beitrag Geothermie den Unterschied zwischen Oberflächen- und Tiefengeothermie:

Mit Erdwärme aus Tiefengeothermie werden Wärmenetze gespeist und ganze Stadtviertel mit Heizwärme versorgt. Ist das Temperaturniveau hoch genug, kann mit einem Geothermiekraftwerk auch Strom erzeugt werden. Geothermie ist nicht von Wettereinflüssen abhängig und kann das ganze Jahr über annähernd ununterbrochen umweltfreundlichen Strom liefern. Eine Auswertung der Umwelteffekte bei der Stromerzeugung mit tiefer Geothermie hat ergeben, dass diese gegenwärtig und zukünftig einen Beitrag zur nachhaltigen Energieversorgung leisten kann.

Das Prinzip der Geothermie zeigt Bild 34⁴⁹:

Zunächst wird Wasser mit (mindestens einer) Injektions- bzw. Verpressbohrung in das Kluftsystem unter hohem Druck in das Gestein eingepresst (hydraulische Stimulation oder Fracking); hierdurch werden Fließwege auf-gebrochen oder vorhandene aufgeweitet und damit die Durchlässigkeit des Gesteins erhöht. Dieses Vorgehen ist notwendig, weil sonst die Wärmeübertragungsfläche und die Durchgängigkeit zu gering wären. Dieses System mit natürlichen und künstlichen Rissen bildet den geothermischen Wärmeübertrager. Durch eine zweite Bohrung, die Produktions- oder Förderbohrung, wird das Trägermedium wieder an die Oberfläche gefördert.

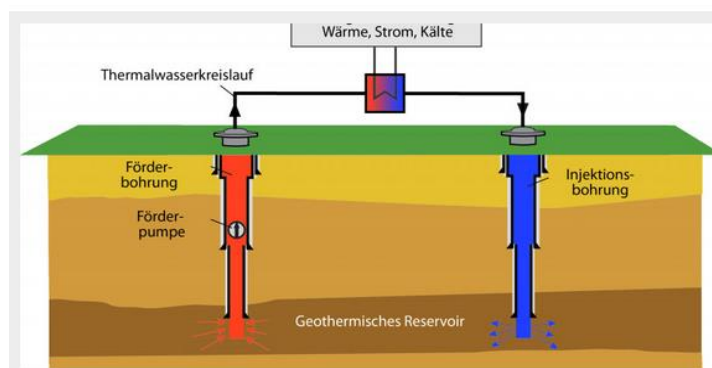


Bild 34. Prinzipielle Wirkungsweise eines geothermischen Kraftwerks

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AGEE-Stat, Stand 02/2020⁴⁹

Für Schülerinnen und Schüler der 7. bis 10. Jahrgänge hat das Umweltbundesamt eine Broschüre zusammengestellt, in der das Thema leicht verständlich beschrieben wird⁵⁰.

Das Umweltbundesamt schätzt das Nutzungspotential für Deutschland sehr hoch ein⁵¹:

Das Potential zur energetischen Nutzung der Geothermie ist sehr groß. Das Büro für Technikfolgen-Abschätzung (TAB) beim Bundestag rechnet mit einem jährlichen technischen Angebotspotential für die geothermische Stromerzeugung in Deutschland in Höhe von 312 TWh pro Jahr über einen geschätzten Nutzungszeitraum von 1.000 Jahren. Derzeit sind 18 tiefe Geothermieranlagen mit rund 7,3 MW elektrischer und rund 188 MW thermischer Leistung in Betrieb, die im Jahr 2010 etwa 0,028 TWh Strom erzeugen. Darüber hinaus befinden sich 13 Anlagen im Bau und 81 Anlagen in Planung. Die Bereitstellung von Wärme aus Geothermie stieg von 1,5 TWh im Jahr 2000 auf 5,6 TWh im Jahr 2010.

⁴⁹ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/geothermie#tiefe-geothermie>

⁵⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/publikationen/geothermie-energie-aus-heissen-planeten>

⁵¹ <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/wie-viel-potenzial-steckt-in-der-geothermie>

Das im ScienceBlogs nach Bild 35 veröffentlichte Nutzungspotential stellt das theoretische Leistungsvermögen mit Hilfe der Frackingmethode in Deutschland dar⁵². Nordrhein-Westfalen ist dabei besonders engagiert.

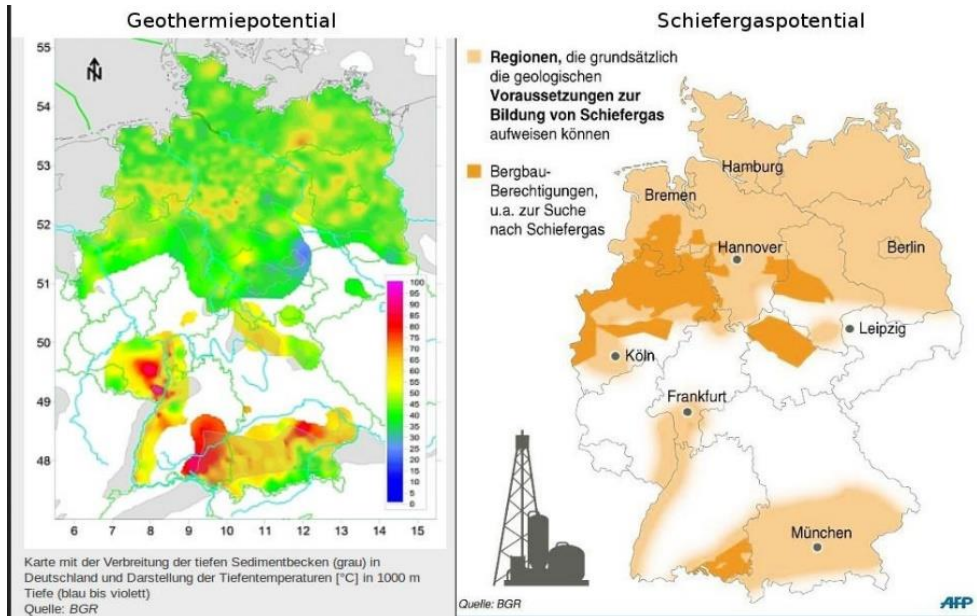


Bild 35. Theoretisches Nutzungspotential Geothermie und Schiefergas

Andere Gutachter sehen das Fracking-Verfahren, wie es zur Erdgasförderung und bei der Geothermie eingesetzt wird, aber sehr kritisch: So berichtet Wolfgang Richter in Planet Wissen über entstandene Schäden durch Geothermie⁵³.

...unschöne Nebenwirkungen: In Staufen im Breisgau kam es 2007 nach Erdwärmebohrungen hinter dem Rathaus zu massiven Gebäudeschäden. Offenbar war bei der Bohrung Grundwasser in Schichten mit dem Mineral Anhydrit eingedrungen, worauf sich der Stoff in Gips umwandelte und aufquoll. In der Folge hob sich die Erde um einen halben Meter und beschädigte praktisch die gesamte Altstadt. Das gleiche Bild in Böblingen 2009: In 80 Häusern zeigten sich immer größer werdende Risse. Der Verdacht erhärtete sich, dass die Ursache die gleiche wie in Staufen ist – das sogenannte Gipskeuperquellen....

Doch nicht nur Hebungen können Folge der Anwendung oberflächennaher Geothermie sein. Nach einer Erdwärmebohrung in der Nähe der Keplerschule in Schorndorf (Rems-Murr-Kreis) senkten sich 2009 die Klassenzimmer, auch bei fast einem Dutzend anderer Häuser wurden Beschädigungen festgestellt. Im Juli 2011 wurden in Leonberg durch eine Erdwärmebohrung versehentlich zwei Grundwasserschichten miteinander verbunden. Das Wasser floss nach unten ab, der Boden sackte weg. Etwa 25 Häuser aus einem benachbarten Wohnviertel wurden zum Teil schwer beschädigt...

Mit noch mehr Skepsis betrachten viele Bürger Projekte der »tiefen Geothermie«. An einigen Standorten kam es durch den Betrieb von Geothermie-Kraftwerken bereits zu kleinen Erdbeben. Eine Stärke von 3,4 erreichte im Dezember 2006 ein Beben in Basel. Oberflächenwasser wurde mit zu hohem Druck in den Untergrund gepumpt. Das Geothermie-Kraftwerk Basel ist inzwischen stillgelegt. In Landau in der Pfalz kam es im Sommer 2009 zu leichten

⁵² <https://scienceblogs.de/wasgeht/2015/04/30/geothermie-und-fracking/>

⁵³ <https://www.planet-wissen.de/technik/energie/erdwaerme/pwiechancenundrisikendergeothermie100.html>

Erderschütterungen, vermutlich ebenfalls vom ortsansässigen Geothermie-Kraftwerk verursacht. Die Mikro-Erdbeben hatten nur eine Magnitude von 2,5; größere Schäden gab es wie auch in Basel zwar nicht, aber die psychologische Wirkung auf die Anwohner war enorm.... Und als sich im Februar 2014 Risse in der Straße am Kraftwerk bildeten und ein Bahndamm leicht absackte, schaltete der Betreiber das Geothermie-Kraftwerk aus Sicherheitsgründen vorläufig ab. Auch hier gab es offenbar Probleme im Untergrund durch das Einpressen von Oberflächenwasser.

Wie das Bundesumweltamt die hohen geschätzten Potentiale zur energetischen Nutzung der Geothermie bei diesen Zweifeln begründen kann, erschließt sich keinem Pragmatiker und bleibt äußerst fragwürdig.

3 Elektrische Stromversorgung

Die elektrische Stromerzeugung erfolgt bisher überwiegend in Kraftwerken, also in Braun- und Steinkohlekraftwerken, Kernkraft-, Gas-, Öl- und Müllverbrennungskraftwerken. Für Wärme und den Verkehr werden Kohle, Gas und Öl als Primärenergieträger genutzt. Bild 36 listet den Primärenergieverbrauch (brutto) und den Nettoenergieverbrauch für die Jahre 2014 bis 2019 auf. Zur Erinnerung: Energie in Terawattstunden ist gleich Leistung in Gigawatt multipliziert mit der Zeit in Stunden. Verbraucher benötigen für ihre Anwendungen die erforderliche Leistung.

3.1 Primärenergieverbrauch in Deutschland

Jahr	Primärenergieverbrauch (brutto)	Veränderung gegen Vorjahr	Energieverbrauch (netto)	Veränderung gegen Vorjahr
2019	12.815 [PJ]	-2,4%	574,0 [TWh]	+11,3%
2018	13.129 [PJ]	-2,9%	515,6 [TWh]	-0,39%
2017	13.523 [PJ]	+0,24%	517,6 [TWh]	+0,7%
2016	13 491 [PJ]	+1,7%	513,9 [TWh]	+0,12%
2015	13 262 [PJ]	+0,6%	513,3 [TWh]	+0,17%
2014	13 180 [PJ]		512,4 [TWh]	

Bild 36. Strommix für die Jahre 2014 bis 2019⁵⁴

Bild 37 zeigt die jeweiligen Anteile bei der Energieerzeugung in Deutschland.

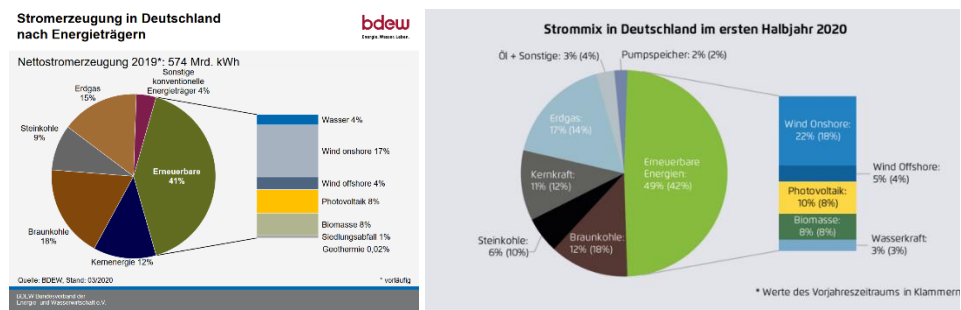


Bild 37. Nettoenergieerzeugung in Deutschland links für 2019 BDEW⁵⁵ rechts für das 1. Halbjahr 2020 Agora⁵⁶

Die Zahlen differieren geringfügig, je nach benutzter Quelle.

⁵⁴ <https://www.umweltbundesamt.de/daten/energie/primaerenergieverbrauch#primaerenergieverbrauch-nach-energietraegern>
⁵⁵ <https://www.bdew.de/energie/stromerzeugung-in-deutschland-nach-energietraegern-2019/>
⁵⁶ <https://www.agora-energiewende.de/blog/default-5ec368c8fd/>

AGORA Energiewende veröffentlicht regelmäßig aktuelle Daten der Energieanteile unterschiedlicher Erzeugerquellen. So wurde für das erste Halbjahr 2020 von Fabian Hain veröffentlicht: *CO₂-Emissionen sinken deutlich, Kohlekraftwerke ohne Gewinne, Erneuerbare decken 50 Prozent des deutschen Stromverbrauchs, Stromnachfrage weiterhin auf geringem Niveau*. (Dargestellt ist nicht der Stromverbrauch, sondern die Energieanteile, die nichts über die Verfügbarkeit des Stroms aussagen). Mit einer gesamten installierten **Windleistung** in 2019 von **61 428 MW aus 30 925 Anlagen** erzeugten diese einen Energieanteil von 126 TWh, das sind 22%. **Solaranlagen** waren mit **49 780 MW** aus über **1,74 Millionen** Anlagen installiert und lieferten 46,4 TWh, also 8% des **Nettoenergiebedarfs**. Leider sagen die Energieanteile nichts über die gelieferte Leistung aus, die jederzeit für den Verbraucher verfügbar sein muss, auch wenn die Charts mit „Stromerzeugung“ beschriftet sind.

In 2019 betrug die gesamte installierte Solar- und Windleistung 107,6 GW. Konventionelle Kraftwerke lieferten 54% des Nettoenergieverbrauchs mit einer installierten Leistung von 91 GW!

Danach lag die elektrische Nettoenergieerzeugung 2019 in Deutschland bei 574 TWh, von denen 41% regenerativ erzeugt wurden, das sind 235 TWh. Auf Kohlenstoffbasis (Braunkohle, Steinkohle und Erdgas) wurden insgesamt 230 TWh (entspricht 40%) erzeugt.

Die Kernenergie hatte einen Anteil von 70 TWh (entspricht 12%).

Braun- und Steinkohle deckten mit 43,6 GW installierter Leistung allein 155 TWh des elektrischen Energiebedarfs ab, das entspricht 27%.

Der durchschnittliche Leistungsbedarf der Bundesrepublik liegt derzeit im Mittel bei 68 GW. Er schwankt zwischen 40 GW und maximal 85 GW, mit leicht steigender Tendenz. Auch bei einer verfügbaren regenerativen Leistung von 100% kann auf konventionelle Kraftwerke nicht verzichtet werden, denn nur sie können ein stabiles Versorgungsnetz mit konstanter Frequenz von 50 Hz erzeugen.

Bild 38 listet alle in 2019 verfügbaren Erzeugeranlagen mit ihren installierten Leistungen auf⁵⁷.

Anlagenart	installierte Leistung (Februar 2020)	Gesamtleistung in GW und Anzahl der Anlagen
Wind Onshore	53,4 GW	gesamt 29491 Anlagen, ☐ 1,9 MW/Anl. (28.01.2020)
Wind Offshore 1 465 Anlagen	7,7 GW	gesamt 1465 Anlagen, ☐ 6,5 MW/Anl. (20.01.2020) Wind: 60,4 GW mit 30956 Anlagen
Solar	46,5 GW	1,7 Millionen Anlagen
Biomasse	7,9 GW	
Wasser	5,3 GW	regenerativ gesamt: 120,8 GW entspricht 57 % der gesamten installierten Leistung
Braunkohle	21,1 GW	
Steinkohle	22,5 GW	Kohle gesamt 43,6 GW, entspricht 20,6% der gesamten installierten Leistung
Gas	31,7 GW	
Öl und sonstige	7,6 GW	auf Kohlenstoffbasis 82,9 GW - entspricht 39,1%
Kernenergie	8,5 GW	
insgesamt	212,2 GW	installierte Leistung (für 68 – 85 GW Bedarf)

Bild 38. Installierte Leistungen aller in Deutschland 2019 verfügbaren Erzeugeranlagen [57]

⁵⁷<https://www.smard.de/home/wiki-article/446/2362>

Gerät die Stromversorgungssicherheit durch Abschaltung konventioneller Kraftwerksleistung in Gefahr?

Das sind die politischen Vorgaben für die nächsten zwei Jahre:

Bis spätestens 31. Dezember 2021 werden die **Kernkraftwerke mit 4,154 GW** abgeschaltet (Grohnde mit 1,43 GW, Gundremmingen Block C mit 1,244 GW und Brokdorf mit 1,48 GW) und bis Ende 2022 die restlichen Kernkraftwerk mit 4,285 GW, so dass eine installierte Kernkraftleistung ab Ende 2022 von 8,439 GW fehlen.

Bis Ende 2022 sollen auch die **Steinkohlekraftwerke** mit einer Gesamtleistung von 6 GW und **Braunkohlekraftwerke** mit 2,82 GW abgeschaltet werden⁵⁸.

Insgesamt würden so bis Ende 2022 von 57,1 GW konventioneller Kraftwerksleistung 17,259 GW entfallen, das entspricht 33,1% der gesicherten Leistung.

Diese fehlende Leistung kann nicht durch Zubau von Wind- und Solaranlagen weder von den installierten Leistungen noch von ihren Leistungseinspeisungen kompensiert werden.

Von April bis September 2020 speisten im Mittel onshore Windanlagen nur ca. 2 GW und offshore nur ca. 1 GW Leistung ein. Grund war das geringe Windangebot, und das sogar europaweit. Danach würde ein beliebiger Zubau von Anlagen prinzipiell nichts ändern (mehr dazu im Kapitel 5.1).

Damit wird offensichtlich, dass die Stromversorgungssicherheit gefährdet ist.

3.2 Planung neuer Gaskraftwerke

Verfügbare und geplante Gaskraftwerke in Deutschland 2018 zeigt Bild 39

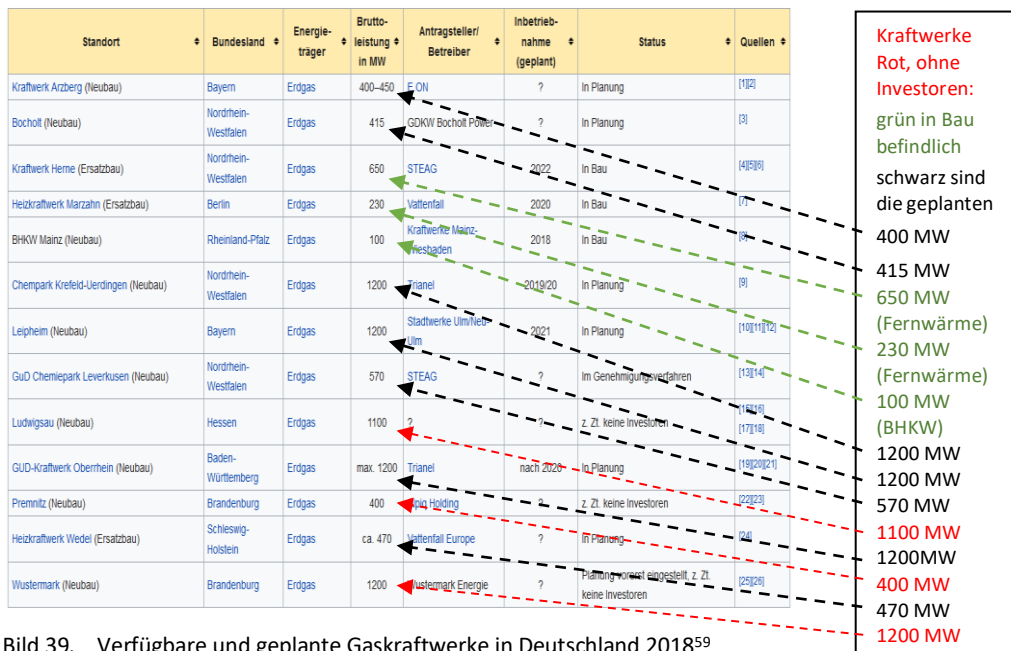


Bild 39. Verfügbare und geplante Gaskraftwerke in Deutschland 2018⁵⁹

Danach sind 830 MW zur Wärmeerzeugung in Bau und 5455 MW = 5,455 GW als Ersatzkraftwerke oder als Neubauten in Planung.

Für 1700 MW = 1,7 GW findet sich kein Investor.

⁵⁸ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stilllegungspfad-braunkohle.pdf?__blob=publicationFile&v=1

⁵⁹ https://de.wikipedia.org/wiki/Liste_geplanter_und_im_Bau_befindlicher_Gaskraftwerke_in_Deutschland

Sollten bis 2038 alle Kohlekraftwerke mit insgesamt 43,6 GW durch Gaskraftwerke ersetzt werden, **fehlen noch 38,1 GW (43,6 GW – 5,455 GW), was ca. 47 Gaskraftwerken mit je 800 MW entspricht. Die dafür erforderliche regenerative Gaserzeugung ist weder in Deutschland noch in Europa zu realisieren.**

Der zusätzliche Bedarf elektrischer Leistung durch die geplante Sektorkopplung ist dabei noch nicht berücksichtigt.

Die Bundesnetzagentur hat mit verschiedenen Szenarien die erforderliche zu installierende Leistung für eine gesicherte Stromversorgung in der nachstehenden Tabelle des **Netzentwicklungsplans Strom⁶⁰** (Version 2030, 2. Entwurf, Teil 1 Seite 30) zusammengestellt.

Installierte Leistung [GW]						
Energieträger	Referenz 2017	Szenario A 2030	Szenario B 2030	Szenario C 2030	Szenario B 2025	Szenario B 2035
Kernenergie	9,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
Braunkohle	21,2	9,4	9,3	9,0	9,4	9,0
Steinkohle	25,0	13,5	9,8	8,1	13,5	8,1
Erdgas	29,6	32,8	35,2	33,4	32,5	36,9
Öl	4,4	1,3	1,2	0,9	1,3	0,9
Pumpspeicher	9,5	11,6	11,6	11,6	11,6	11,8
sonstige konv. Erzeugung	4,3	4,1	4,1	4,1	4,1	4,1
Kapazitätsreserve	0,0	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0
Summe konv. Erzeugung	103,5	74,7	73,2	69,1	74,4	72,8
Wind Onshore	50,5	74,3	81,5	85,5	70,5	90,8
Wind Offshore	5,4	20,0	17,0	17,0	10,8	23,2
Photovoltaik	42,4	72,9	91,3	104,5	73,3	97,4
Biomasse	7,6	6,0	6,0	6,0	7,3	4,6
Wasserkraft	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6	5,6
sonstige reg. Erzeugung	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3	1,3
Summe reg. Erzeugung	112,8	180,1	202,7	219,9	168,8	222,9
Summe Erzeugung	216,3	254,8	275,9	289,0	243,2	295,7

Bild 40. Netzentwicklungsplan 2030 Bundesnetzagentur⁶⁰:

[Genehmigung des Szenariorahmens zum NEP 2030, 2. Entwurf, Seite 30]

Weil alle regenerativen Anlagen technisch nicht dafür ausgelegt sind, ein eigenes stabiles 50 Hz-Netz aufzubauen, müssen die konventionellen so genannten 50 Hz-Kraftwerke mindestens 25% bis 30% der elektrischen Mindestleistung liefern. Die bei guten Wind- und Sonnenverhältnissen darüber hinaus erzeugte regenerative Leistung muss nach dem EEG trotzdem abgenommen und bezahlt werden.

Danach sind bei einer regenerativ installierten Leistung zwischen 180 GW bis 223 GW weiterhin konventionelle Kraftwerke zwischen 74,7 GW bis 72,8 GW erforderlich! Das erfordert den Bau weiterer neuer Kraftwerke.

Nur die Leistung dieser so genannten »Backup-Kraftwerke« garantiert die gesicherte Stromversorgung mit der konstanten Frequenz von 50 Hz.

Der überschüssige Strom wird dann zum Teil verschenkt oder mit einem negativen Strompreis in Nachbarländern »entsorgt«. Dazu mehr in den Kapiteln 4.1 und 5.1.

⁶⁰ https://www.netzentwicklungsplan.de/sites/default/files/paragraphs-files/NEP_2030_V2019_2_Entwurf_Teil1.pdf

Fassen wir zusammen:

Die gesamte installierte Leistung konventioneller Kraftwerke (Kohle, Gas, Öl und Kernenergie) beträgt 87 GW. **Davon sollen bis 2038 insgesamt 53,4 GW, das sind 61,2%, abgeschaltet werden, ohne dass heute eine Alternative dafür abzusehen ist.**

Der Bundesverband Erneuerbare Energie e.V. (BEE) macht im »BEE-Szenario 2030«⁶¹ Vorschläge für einen 65%igen Anteil erneuerbarer Energien bis 2030.

Der Verband fordert:

Durch die geplante Sektorkopplung (s. Seite 3 - BEE-Szenario) wird es zu zusätzlichen Stromverbräuchen für Wärmepumpen, Elektromobilität und Ptx (Power-to-Gas, Power-to-Liquids) kommen.

Der Bruttostromverbrauch steigt deshalb von derzeit 600 TWh bis 2030 auf 740 TWh. Ein Anteil von 65% erneuerbarer Energien ergibt (daraus abgeleitet) 481 TWh. Um diese 481 TWh Strom im Jahr 2030 mit erneuerbaren Energien erzeugen zu können, müssen jährlich große Mengen in entsprechenden Anlagen neu installiert werden. Diese betragen gemäß BEE-Szenario:

- 4700 MW Windenergie Onshore
- 1200 MW Windenergie Offshore
- 10000 MW Photovoltaik
- 600 MW Bioenergie
- 50 MW Wasserkraft und
- 50 MW Geothermie.

Die politischen Rahmenbedingungen müssen entsprechend angepasst werden, damit diese Ausbaupfade beschritten werden können, fordert der BEE.

Bild 41 vergleicht den elektrischen Energieverbrauch von 2017 mit dem zu erwartenden im Jahr 2030⁶² (BEE-Szenario Seite 5). Bemerkenswert ist in diesem Zusammenhang, dass zwar unter der Überschrift »**Stromverbrauch**« der **Energieverbrauch** in TWh dargestellt wird. Die Energiezahlen sagen aber in keiner Weise etwas über den Stromverbrauch bzw. den Leistungsverbrauch aus, den die Verbraucher in kW oder MW benötigen.

Auch die erforderlichen Zubauleistungen sind utopisch. Wie schon im Kapitel 2.3 ausgeführt, ist eine weitere Installation von Bioenergie, Wasserkraft und Geothermie in Deutschland sehr begrenzt. Auch der geplante Ausbau der Windenergie, sowohl onshore als auch offshore, ist bei den derzeit bestehenden Schwierigkeiten der Windbranche schwer zu realisieren. Einzig der Ausbau der Photovoltaik auf 10 GW ist mit Hilfe von Zwangsmaßnahmen auf vorhandenen Dachflächen sicherlich möglich.

Die Planzahlen der einzelnen Studien variieren stark, insbesondere hinsichtlich der zu erwartenden Erhöhung der Energieeffizienz und Energieeinsparung. Bei der Einsparung besteht allerdings die Gefahr, dass durch Abwanderung stromintensiver Betriebe zwar Energie eingespart wird, aber auch viele Arbeitsplätze verloren gehen.

⁶¹ <https://www.bee->

[ev.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/20190506_BEE_Szenario_2030_ONLINE.pdf](https://www.bee.de/fileadmin/Publikationen/Positionspapiere_Stellungnahmen/BEE/20190506_BEE_Szenario_2030_ONLINE.pdf)



Bild 41. elektrischer Energieverbrauch in 2017 und 2030⁶¹

In Konsequenz ist nach heutiger Beurteilung mit den geplanten Maßnahmen eine 100-prozentige Stromversorgung aus erneuerbaren Energien technisch absolut ausgeschlossen.

4 Bedarf und Verfügbarkeit elektrischer Leistung

Zur Erinnerung: elektrische Leistung wird in Watt, kW, MW oder GW gemessen und angegeben. Die Energie, die sich aus der über eine Zeitspanne bezogenen Leistung berechnet, wird in Wattsekunden bzw. für große Energiemengen in Kilowattstunden (kWh), Megawattstunden (MWh), Gigawattstunden (GWh) oder Terawattstunden (TWh) angegeben. Ein Vierpersonenhaushalt benötigt ca. 3500 kWh in einem Jahr. Der Bedarf für die gesamte Bundesrepublik liegt bei ca. 600 TWh, das sind 600 Milliarden kWh. Bild 42 zeigt, wer die Energie benötigt⁶³. Die Überschrift »Stromverbrauch« im Chart ist nicht gerechtfertigt, weil Energieanteile dargestellt sind. Bemerkenswert ist der hohe Bedarf von 46% für die Industrie und 27% für Gewerbe, Handel und Dienstleistungen, zwei Sektoren, die den größten Teil der Arbeitsplätze zur Verfügung stellen. Im Haushaltsbereich werden nur 25% und im Verkehr nur 2% benötigt.

⁶³

https://www.bdew.de/media/documents/Nettostromverbrauch_nach_Verbrauchergruppen_Vgl_10J_o_online_jaehrlich_Ki_12032020.pdf

Stromverbrauch in Deutschland nach Verbrauchergruppen – Zehnjahresvergleich

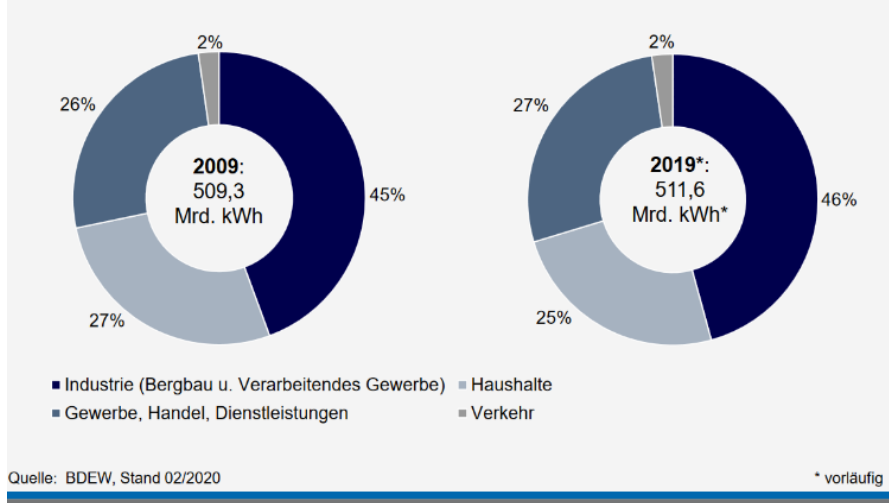


Bild 42. Energieverbrauch in Deutschland nach Verbrauchergruppen⁶³

Dabei schwankt 2019 der monatliche Bedarf nach Jahreszeit zwischen 60,4 TWh im Januar und 43,4 TWh im Juni. Im Durchschnitt beträgt der monatliche Bedarf 50,3 TWh, das sind 70 GW über 24 Stunden (Bild 43)⁶⁴.

2020 verringert sich der Bedarf um ca. 9,5%

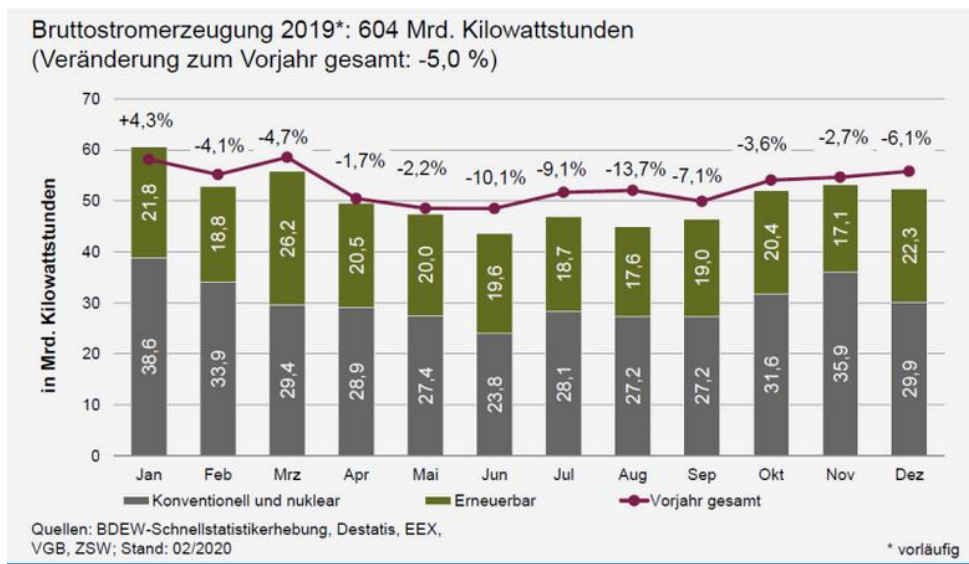


Bild 43. Monatliche **Energieerzeugung** in Deutschland⁶⁴

Eine gesicherte Stromversorgung garantiert, dass der benötigte Strom beim Einschalten einer Last in der erforderlichen Höhe auch fließt. Die konventionellen Kraftwerke konnten bisher die aus den unterschiedlichen Lastbedarfen entstehende schwankende Leistung durch eine interne Leistungsregelung problemlos zur Verfügung stellen. Aus

⁶⁴ <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/monatliche-stromerzeugung-deutschland/>

Netzstabilitätsgründen ist dafür eine konventionelle Mindesterzeugerleistung erforderlich, die die konventionellen Kraftwerke auch dynamisch (kurzfristig) durch ihre gespeicherte kinetische Energie in den rotierenden Massen liefern. Probleme gibt es mit den regenerativen Energieanlagen. Wird mehr Leistung benötigt, als diese Anlagen liefern können, müssen die konventionellen Kraftwerke einspringen. Steht dafür keine Reserveleistung mehr zur Verfügung, werden unter Anwendung der **demand side management (DSM) Maßnahmen** Verbraucher abgeschaltet.

Liefern die regenerativen Anlagen mehr Leistung als benötigt wird, müssen die konventionellen Kraftwerke aus Netzstabilitätsgründen weiterhin ca. 30% der Leistung ins Netz einspeisen, dürfen also nicht beliebig weit abgeregelt werden. Damit entsteht eine Überschussleistung, für die es keine Abnehmer gibt. Hier werden wieder DSM-Maßnahmen aktiv, um Verbraucher zu suchen⁶⁵ (*Bericht über die Mindesterzeugung 2019, Seite 66*).

Bei zu großem Leistungsüberschuss aus regenerativen Anlagen muss dieser entsorgt werden. Er wird ins Ausland exportiert, häufig sogar mit negativen Strompreisen. Das EEG verhindert, dass aus wirtschaftlichen Überlegungen Windenergieanlagen abgeregelt oder gar abgeschaltet werden, so wie bei den konventionellen Kraftwerken. So lange die Leistung über die Leitungen abtransportiert werden kann, muss sie auch bezahlt, abgeführt und zu negativen Strompreisen entsorgt werden, wie beispielsweise die Bilder 44 und 45 für Juli 2020 zeigen⁶⁶.

Danach betrug der Bedarf in dem Zeitraum Sonntag 5. Juli 2020 von 11:00 bis 16:00 Uhr 61 bis 54 GW, regenerativ wurden 57 bis 49 GW erzeugt, das entspricht 92%. Es fehlten noch 4 bis 5 GW. Konventionell wurden aber 15 GW erzeugt; d.h. 10 MW mehr, das entspricht 16% bis 18% des Bedarfs. Für die Aufrechterhaltung der Netzstabilität war dies aber erforderlich.

Zu einem negativen Strompreis wurden 4 Stunden lang 11 GW mit einem negativen Strompreis von 65 €/MWh, das entspricht 6,5 Cent/kWh exportiert.

Das kostete 2,86 Millionen Euro!!

Billiger wäre es gewesen, die regenerative Leistung gar nicht abzunehmen und nur den so genannten Geisterstrom zu bezahlen.

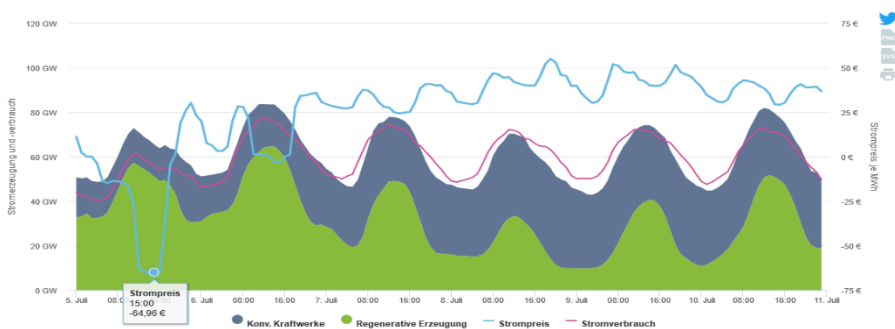


Bild 44. Strompreis, Erzeugung und Verbrauch in der Zeit vom 5. bis 11. Juli 2020⁶⁶

65

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Mindesterzeugung/BerichtMindesterzeugung_2019.html

66 https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation_price/05.07.2020/10.07.2020/

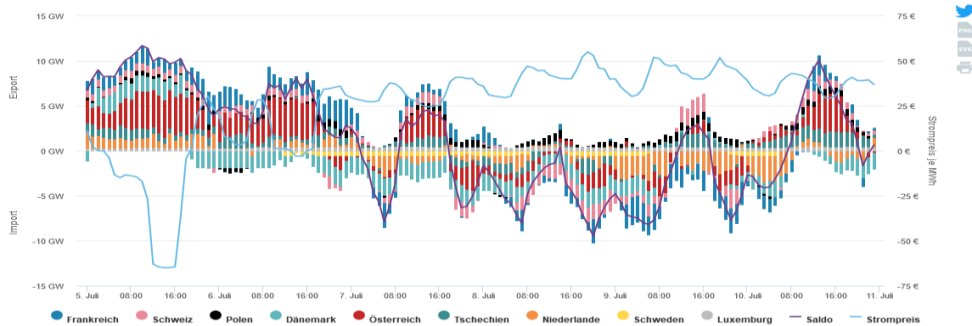


Bild 45. Leistungsimport- und -export in der Zeit vom 5. bis 10. Juli 2020⁶⁶

Die Leistung der Solar- und Windanlagen hängt aber von den jeweiligen Wetterbedingungen ab. Es ist witterungsbedingt einfach nicht möglich, die Leistung von Wind und Sonne zu erhöhen. Oft ist die Leistung nicht in der geforderten Höhe verfügbar, wie die nachstehenden Bilder für die Jahre 2018 bis 2020 zeigen. Über mehrere Wochen/Monate stand kaum Windleistung zur Verfügung.

6,5 Monate Wind- und Solarleistung kleiner 12 GW bei 106 GW in 2018 installierter Leistung

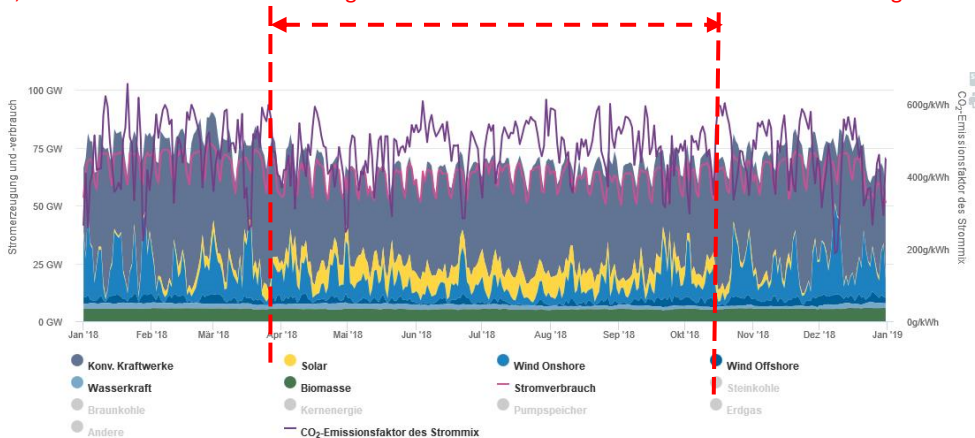


Bild 46. elektrische Leistung im Zeitraum vom 1. Januar bis 31. Dezember 2018⁶⁷

Sechs Monate Wind- und Solarleistung kleiner 18 GW bei 110,1 GW installierter Leistung in 2019

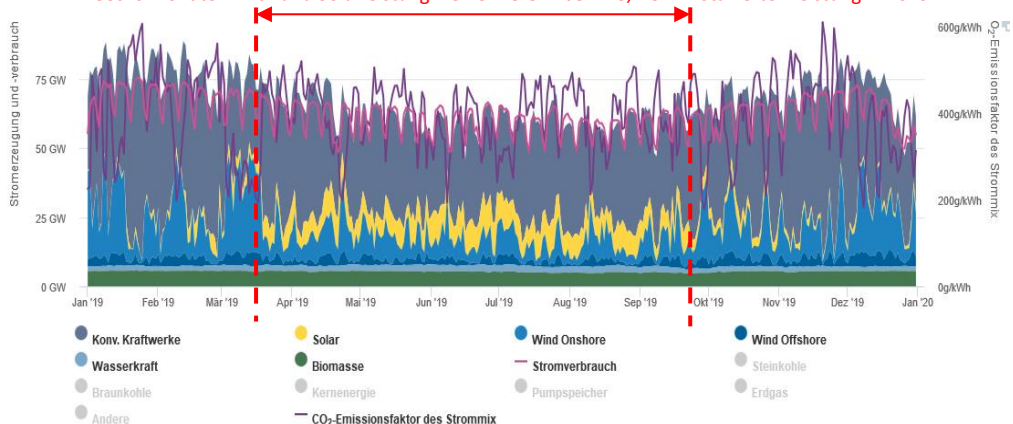


Bild 47. elektrische Leistung für den Zeitraum 1. Januar bis 31. Dezember 2019⁶⁸

⁶⁷ https://www.agora-energielende.de/service/agorameter/chart/power_generation/01.01.2018/31.12.2018/

⁶⁸ https://www.agora-energielende.de/service/agorameter/chart/power_generation/01.01.2019/31.12.2019/

Auch für das Jahr 2020 zeichnen sich die gleichen Verhältnisse ab.

Sechs Monate Wind- und Solarleistung kleiner 16 GW bei 112 GW installierter Leistung in 2020

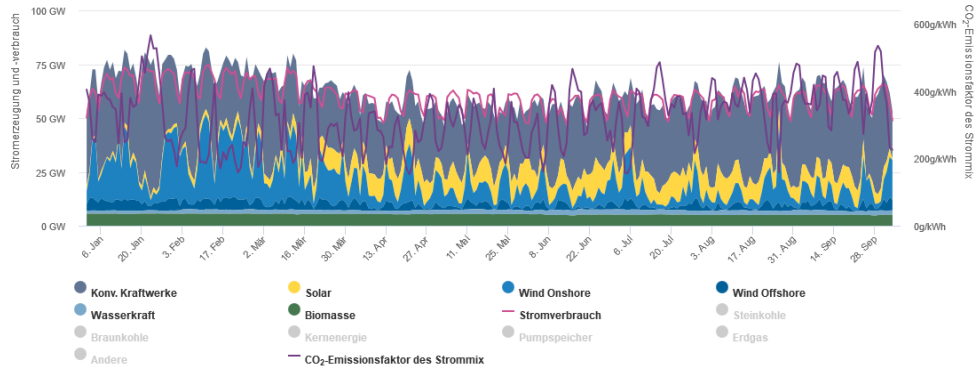


Bild 48. elektrische Leistung für den Zeitraum 1. Januar bis 4. Oktober 2020⁶⁹

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie stellte hoch erfreut fest, dass die erneuerbaren Energien ihren Beitrag zum gesamten Energieverbrauch im ersten Halbjahr 2020 gesteigert hätten. Windkraft und Solarenergie verzeichneten aufgrund günstiger Witterung ein Plus von zehn Prozent. Beiläufig wurde erwähnt, dass aufgrund der CORONA Pandemie der Energieverbrauch bis Ende 2020 um sieben bis zwölf Prozent sinken werde. Weil sich die Bezugsgröße reduziere, erhöhe sich entsprechend der regenerative Anteil. Nicht erwähnt wurde, dass von Januar bis März 2020 im Mittel ca. 10 GW, das sind etwa 20 TWh, exportiert wurden.

Zu einer »Dunkelflaute« kam es vom 15. bis zum 25.01.2017, wie Bild 49 zeigt. An zehn Tagen betrug die regenerative Einspeisung weniger als 5 GW. Alle verfügbaren Kraftwerke waren am Netz, und es gab keine Reserveleistung mehr. Der maximale Leistungsbedarf betrug 85 GW, und über 80 GW mussten von den konventionellen Kraftwerken geliefert werden.

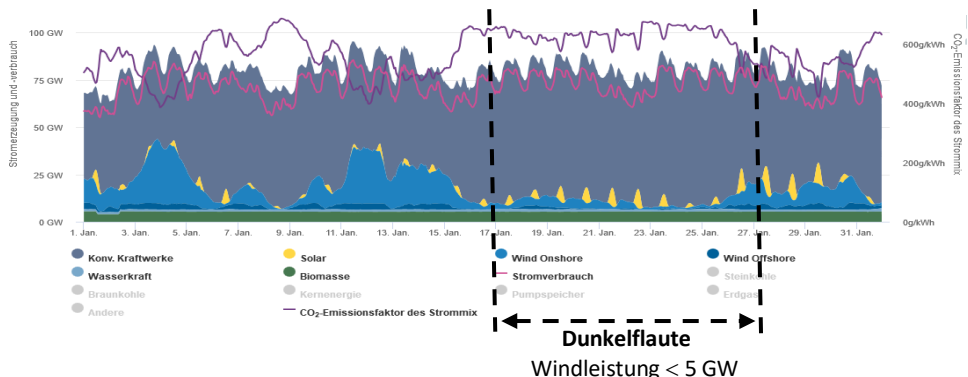


Bild 49. elektrische Leistung vom 1. Januar bis 31. Januar 2017 mit Dunkelflaute⁷⁰

Zeiten mit stark schwankender Einspeisung kommen regelmäßig vor, sind aber nicht planbar. Vom 6. bis 9. Dezember 2019 gab es eine sehr hohe regenerative Stromeinspeisung, wie Bild 50 zu entnehmen ist. Es wurden zwischen 42 GW und 54 GW regenerativ erzeugt,

⁶⁹ https://www.agora-energielwende.de/service/agorameter/chart/power_generation/01.01.2020/04.10.2020/

⁷⁰ https://www.agora-energielwende.de/service/agorameter/chart/power_generation/01.01.2017/31.01.2017/

was einem Anteil von 80% bis 82% des Bedarfs von 52 GW bis 66 GW entsprach. Rein rechnerisch hätten danach für eine 100% Abdeckung die konventionellen Kraftwerke nur eine Leistung von 20% zusätzlich bereitstellen müssen. Aus Netzstabilitätsgründen zur Konstanzhaltung der Frequenz von 50 Hz mussten aber 40% zusätzlich erzeugt werden. Damit gab es Strom, den keiner benötigte. Der regenerative Stromüberschuss von 20% führte am Markt zu einem Stromexport von 10 GW. Diese »Stromentsorgung« zu einem negativen Strompreis von 50 €/MWh wurde dann in den Medien und von unseren Energieexperten als »Gier der Stromkonzerne« interpretiert, die damit ein Geschäft machen würden. Im Kapitel 4.1 mehr über die Strompreisbildung.

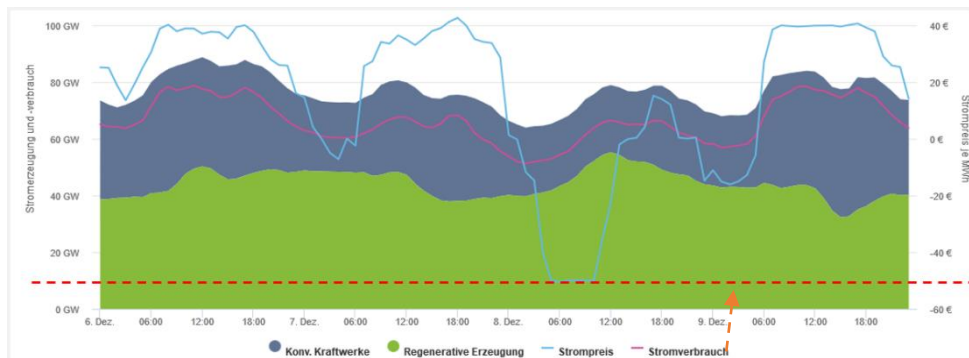


Bild 50. Strompreis, Verbrauch und Erzeugung vom 6. bis 9. Dezember 2019⁷¹
maximaler negativer Strompreis 50 Euro/MWh = 5 cent/kWh

Der Stromexport von 12 GW am 8. Dezember 2019 in der Zeit von 5:00 bis 10:00 Uhr zu einem Strompreis von -50 €/MWh, kostete $12 \text{ GW} \cdot 5 \text{ h} = 60 \text{ GWh} \cdot 50 \text{ €/MWh} = 3 \text{ Millionen Euro}$.

Auch die von Politikern und den selbsternannten »Energieexperten« vorgetragene Interpretation, dass eine ausreichende regenerative Leistung für den Export zur Verfügung stünde, verfälscht die Tatsachen und täuscht die Öffentlichkeit. Die Überschussleistung wird bei unseren europäischen Nachbarn entsorgt. Diese bekommen noch Geld obendrauf, wenn sie unsere überschüssigen Kilowattstunden abnehmen. Man könnte annehmen, dass darüber große Freude entsteht. Aber das Gegenteil ist der Fall. Durch diese Stromschwemme müssen die eigenen Kraftwerke abgeregelt und können somit nicht mehr wirtschaftlich betrieben werden.

Das führt auch zu dem Paradox, dass in der Schweiz und in Österreich kein Wasserkraftwerk mehr wirtschaftlich zu betreiben ist. Zur Abschottung haben die Niederländer und die Polen »Stromsperren« gebaut, mit denen sie den einfließenden Strom drosseln oder gar verhindern können. Dennoch wird das für den deutschen Stromkunden nur unwesentlich besser. Es muss zwar kein negativer Strompreis mehr bezahlt werden; teuer bleibt es aber trotzdem. Wenn der regenerative Überschussstrom nicht mehr abgenommen werden kann, weil kein Abnehmer da ist, müssen Windparks abgeschaltet werden. Die Betreiber bekommen dennoch Geld für ihren »Geisterstrom«. Bezahlt wird die theoretisch mögliche erzeugte Energiemenge während der Abschaltzeit. Von Januar bis Anfang April 2019 wurden dafür 3,23 Milliarden Kilowattstunden Windstrom während der Frühlingsstürme zwangsweise »abgeregelt«, und es wurden 364 Millionen Euro an die Betreiber der Anlagen gezahlt. Ein Jahr zuvor waren es nur 228 Millionen gewesen.

⁷¹ https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation_price/06.12.2019/09.12.2019/

4.1 Strompreisbildung

Strom ist bekanntlich ein Produkt mit Qualitätsmerkmalen. Produkte werden gehandelt, Angebot und Nachfrage bestimmen den Preis. Gehandelt wird der Strom an der Leipziger Strombörse eex. Das Fraunhofer Institut ISE stellt die unterschiedlichen Strompreise in entsprechenden Charts zusammen. Bild 51 zeigt z. B. die Preisentwicklung in der 39. Woche 2019⁷².

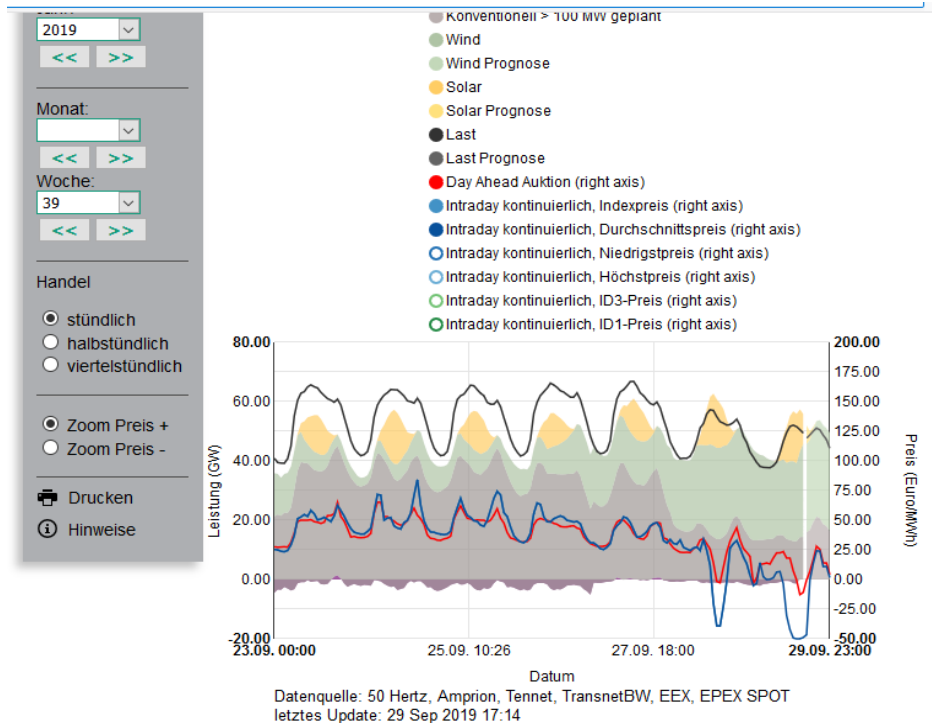


Bild 51. Strompreise an der eex-Börse für die 39. Woche in 2019⁷²

Gesteigerte Einspeiseleistungen von Solar- und Windanlagen führen automatisch zur Reduktion der konventionellen Kraftwerksleistung und des Strompreises an der Strombörse, oft bis zu negativen Preisen. Das Merit Order Prinzip und das Gesetz zur bevorrechtigten Einspeisung regenerativer Energien (EEG) führen zu diesen Effekten. Der Merit-Order-Effekt führt zur Verdrängung der teuer produzierenden Kraftwerke durch den Markteintritt eines Kraftwerks mit geringeren variablen Kosten. Davon sind aber nicht die Biogaskraftwerke und die Solar- und Windanlagen betroffen. Dank EEG erhalten diese die ihnen für 20 Jahre garantierte feste Einspeisevergütung. Während bei sehr geringer regenerativer Einspeisung die konventionellen Kraftwerke fast die komplette geforderte Leistung liefern müssen, kommt es bei hoher Einspeisung der erneuerbaren Energien zu einer erheblichen Leistungsreduktion dieser Kraftwerke bis zur vollständigen Abschaltung, wie die nachstehenden Beispiele belegen. Am Sonntag, 8. Mai 2016, lag der Leistungsbedarf bei ca. 50 GW, die die regenerativen Anlagen fast vollständig zur Verfügung stellten (Bild 52). Trotzdem durften die konventionellen Kraftwerke zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität nicht heruntergefahren werden. Aufgrund der dadurch entstandenen Stromüberproduktion kam es am 8. Mai 2016 in der Zeit von 11:00 bis 17:00 Uhr an der Strombörse zu negativen Strompreisen von bis zu 130 € je MWh, das sind 13 Cent/kWh. In der gleichen Zeit wurden

⁷² https://www.energy-charts.de/price_de.htm?auction=1h&year=2019&week=39

ca. 8 GW Leistung exportiert (Quelle: AGORAmeter der AGORA Energiewende). Für diese Stromentsorgung von 8000 MW über 6 Stunden mussten 6,24 Millionen Euro bezahlt werden. »Verkauft«, besser entsorgt, wurde also nicht der Kohlestrom, wie immer wieder von den »Energieexperten« behauptet wird, sondern der zuviel erzeugte regenerative Strom. Bild 52 zeigt Erzeugung, Verbrauch und Strompreise vom 28. bis 31. Oktober 2017 während des Herbststurmes Herwart mit Windgeschwindigkeiten bis zu 100 km/h (28 m/s), das entspricht Windstärke 10⁷³.

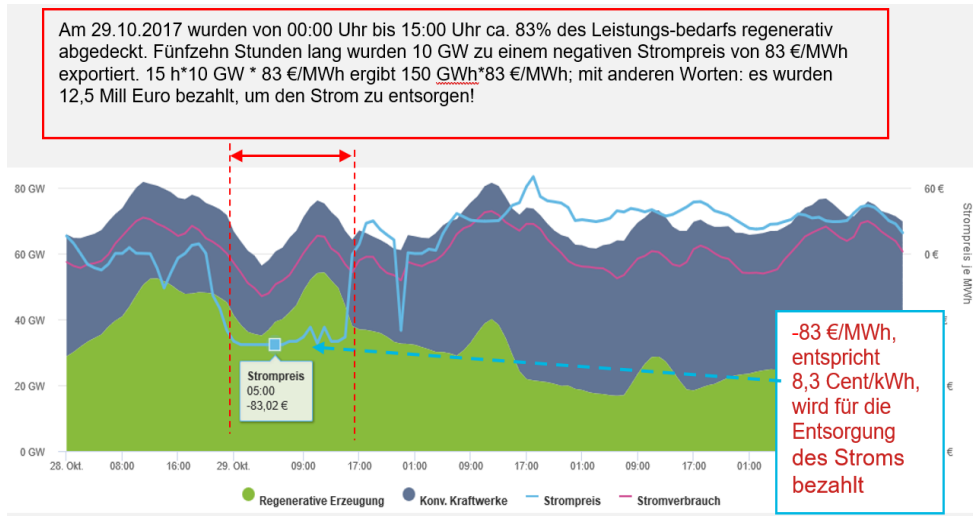


Bild 52. Strompreise, Stromerzeugung und Verbrauch vom 28. bis 31. Oktober 2017⁷³:

Jeder weitere Zubau von Wind- und Solaranlagen führt bei Beibehaltung der bestehenden Förderung nach dem EEG vermehrt zu Zeiten mit negativen Strompreisen, wie Bild 53 zeigt⁷⁴.

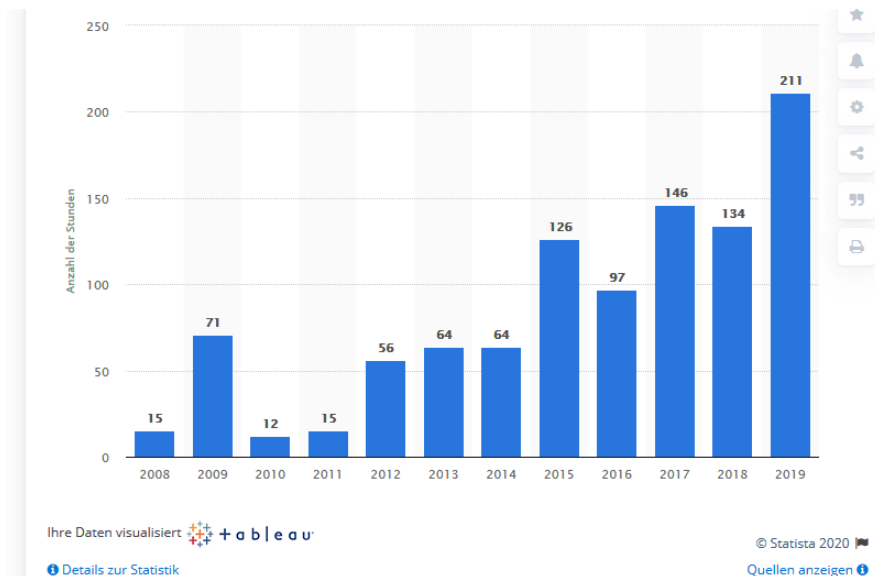


Bild 53. Entwicklung des negativen Strompreises in den Jahren 2008 bis 2019⁷⁴

⁷³ https://www.agora-energiewende.de/service/agorameter/chart/power_generation_price/28.10.2017/31.10.2017/

⁷⁴ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/618751/umfrage/anzahl-der-stunden-mit-negativen-strompreisen-in-deutschland/>

Für Privathaushalte steigt der Strompreis aber immer weiter an (Bild 54)⁷⁵

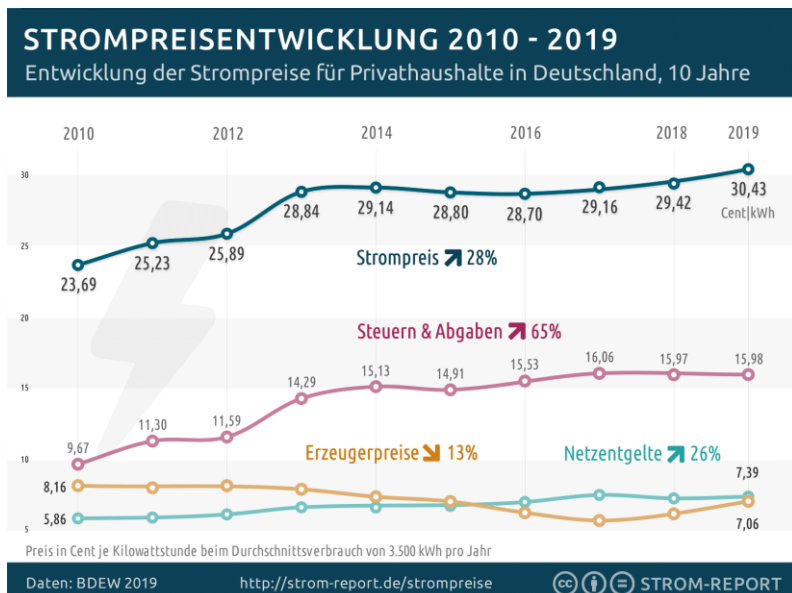


Bild 54. Strompreisentwicklung für Privathaushalte in den Jahren 2010 bis 2019⁷⁵

Bild 55 zeigt die Auswirkungen der Volatilität von erneuerbaren Energien auf die konventionellen Kraftwerke bei sehr niedriger Einspeisung vom 22. bis 27. Januar 2017, die die Residuallast zur Verfügung stellen müssen. Eine *Residuallast* ist die Differenz zwischen benötigter Leistung und der von nicht steuerbaren Kraftwerken erbrachter Leistung in einem Stromnetz. Eine geringe regenerative Einspeisung erfordert erhöhte Kraftwerksleistung.

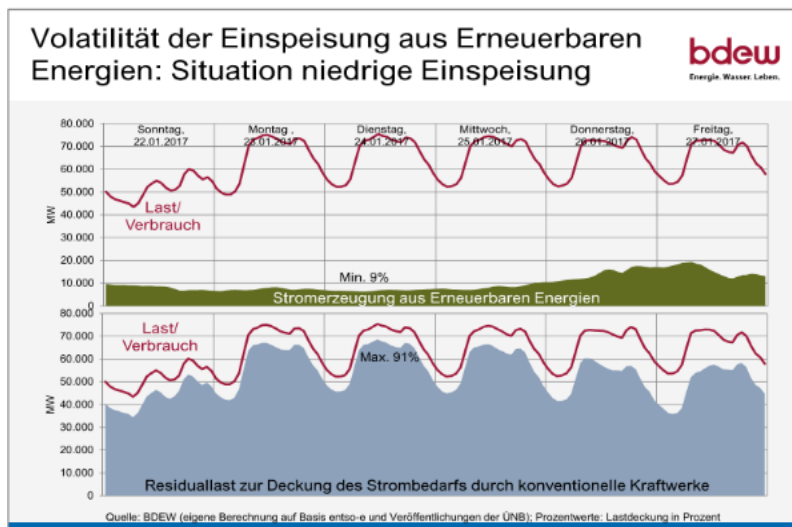


Bild 55. Erneuerbare Energien bei sehr niedriger Einspeisung

Bild 56 zeigt die gleichen Verhältnisse von 6. bis 9. Mai 2016 bei sehr **hoher Einspeisung** durch die regenerativen Anlagen.

⁷⁵ https://strom-report.de/_b35

Volatilität der Einspeisung aus Erneuerbaren Energien: Situation hohe Einspeisung

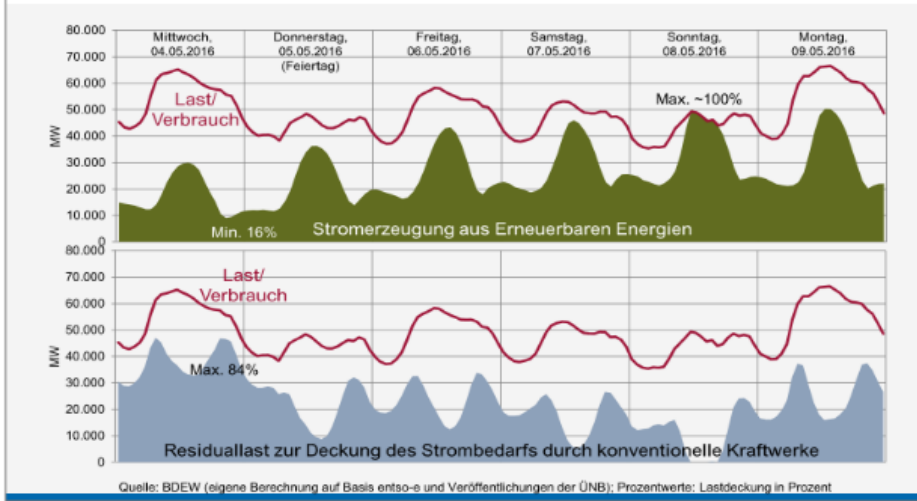


Bild 56. Erneuerbare Energien bei sehr hoher Einspeisung

Am 8. Mai erreichte der Strompreis um 14:00 Uhr den negativen Spitzenwert von minus 13 Cent je Kilowattstunde. Wie Bild 57 zu entnehmen ist, wurden über den Bedarf (rote Linie) konventionell (grauer Bereich) hinaus ca. 10 GW aus Netzstabilitätsgründen zusätzlich erzeugt⁷⁶.

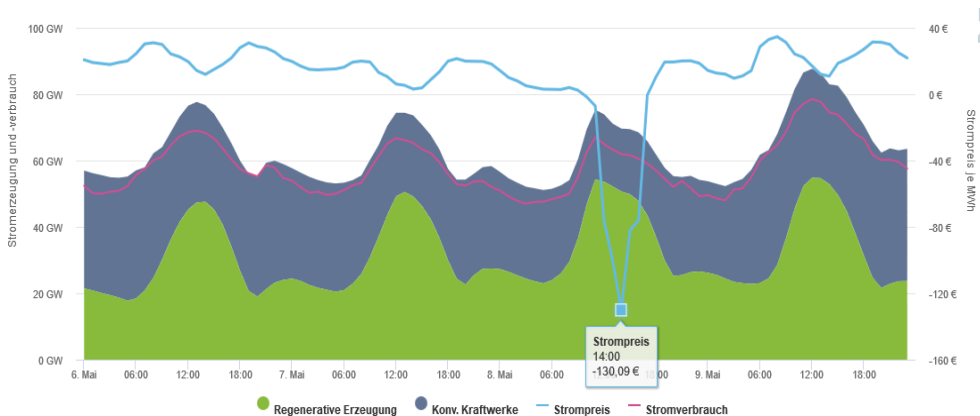


Bild 57. erforderliche Leistung aus konventionellen Kraftwerken (grau) vom 6.- 9. Mai 2016⁷⁶

Der endgültige Strompreis wird im Weiteren über die EEG-Umlage, die Redispatch- und Netzausbaukosten, durch weitere Netzentgelte sowie durch Steuern beeinflusst. Die einzelnen Anteile für Haushaltskunden zeigt Bild 58⁷⁷.

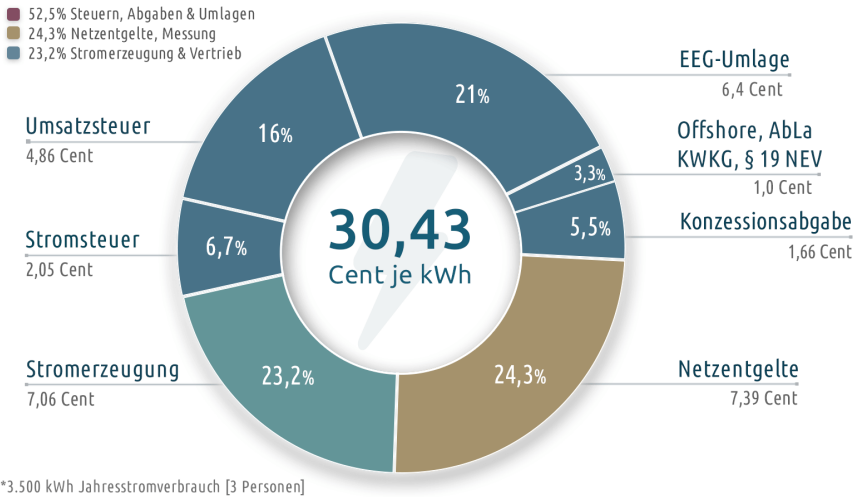
Allein die Netzentgelte sind 2019 für Haushaltskunden mit einem Jahresverbrauch von 2.500 bis 5.000 kWh auf 7,22 ct/kWh gestiegen.

⁷⁶ https://www.agora-energielende.de/service/agorameter/chart/power_generation/04.05.2016/09.05.2016/

⁷⁷ <https://strom-report.de/strompreise/strompreis-zusammensetzung/>

STROMPREISZUSAMMENSETZUNG 2019

Durchschnittlicher Strompreis für Haushaltskunden in Deutschland*



Daten: BDEW 2019

<http://strom-report.de/strompreise>

STROM-REPORT

Bild 58. Strompreiszusammensetzung 2019 für Haushaltskunden⁷⁷

Dänische und deutsche Verbraucher zahlen in Europa den höchsten Strompreis (s. Bild 59)⁷⁸. So kostete die Energiewende die deutschen Verbraucher in den letzten fünf Jahren 160 Milliarden Euro. Allein in 2017 wurden 34 Milliarden Euro aus Steuermitteln dafür bezahlt.

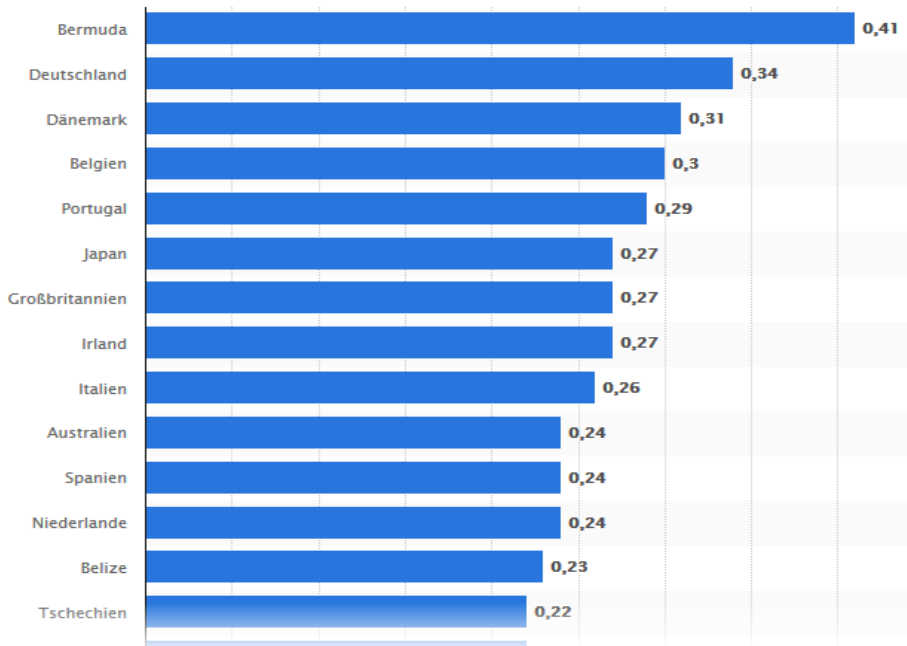


Bild 59. Strompreise in Europa für Haushaltskunden⁷⁸

⁷⁸ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/13020/umfrage/strompreise-in-ausgewaehlten-laendern/>

Im internationalen Preisvergleich für Industriestrom schneidet Deutschland ebenfalls sehr schlecht ab, wie Bild 60 zu entnehmen ist⁷⁹. Das hat direkte Folgen auf die Wirtschaftlichkeit unserer Industriebetriebe und damit auf ihre internationale Konkurrenzfähigkeit. Stromintensive Großverbraucher aus den metallverarbeitenden Industrien und der Chemieindustrie reinvestieren deshalb nur noch ca. 80% in Deutschland, die restlichen 20% wandern ins billigere Ausland ab.

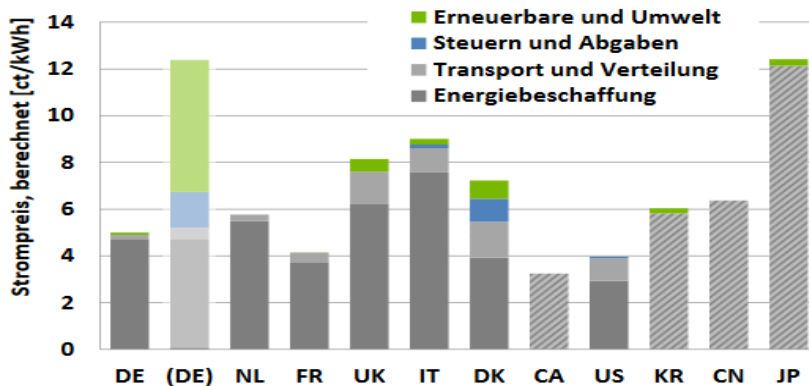


Bild 60. Strompreise für große, weitestgehend privilegierte Unternehmen⁷⁹
[Abschlussbericht Juli 2015, S.4]

Privilegierte Unternehmen sind zwar von der Zahlung der EEG-Umlage ausgenommen, sie sind aber auf eine gesicherte Stromversorgung angewiesen. Diese war in letzter Zeit immer wieder gefährdet. So berichtete Philipp Schlüter, der Geschäftsführer von Deutschlands größtem Aluminiumproduzenten Trimet, in den VDI-Nachrichten vom 4. Oktober 2019, dass Trimet allein im Juni 2019 wegen der unsteten Einspeisung von Ökostrom 31-mal vom Netz gehen musste, um einen Kollaps zu verhindern. Die Hütte in Essen verbraucht mehr Strom als alle Privathaushalte der Stadt zusammen. Die drei Trimet Aluminiumhütten in Deutschland, eine davon mit angeschlossener Gießerei, brauchen etwa 6 TWh Strom, was ein entscheidender Kostenfaktor ist. Mit dem geplanten Kohleausstieg wird sich diese Situation erheblich verschlechtern. Der Strompreis wird sich vom Kohlepreis entkoppeln. Während in China weiterhin zu 95 % kohlebasiert Aluminium produziert wird, werden wir stark vom Gaspreis abhängig werden. Liegt dieser längere Zeit über dem Kohlepreis, bedeutet das einen enormen Wettbewerbsnachteil. ...

Ein smartes Netz, die Synchronisierung von Erzeugung und Verbrauch, würde die Produktionskosten weiter erheblich erhöhen. Je näher die Produktion an 100 % Leistung liegt, desto effizienter läuft der Prozess.

Schon heute können die Netzbetreiber unsere Hütten innerhalb von 1 s abschalten, wenn die Versorgungsstabilität gefährdet ist. In diesen Fällen werden wir für mindestens 15 Minuten nicht mit Strom versorgt. Eigentlich sollen diese Abschaltungen nicht länger als eine Stunde dauern. Es kommt aber auch schon einmal vor, dass der Netzbetreiber bei uns anruft und signalisiert: »Wir können euch heute nicht mehr ans Netz nehmen, sonst fliegt ihr sofort wieder raus.« Das ist natürlich problematisch für unseren Prozess.

Auch die Eingriffe zur Stabilisierung des Netzes haben stark zugenommen, weil ja der Strom aus stark fluktuierenden erneuerbaren Energien (Solar und Wind) bevorzugt eingespeist werden muss. Droht an einer bestimmten Stelle im Netz ein Engpass, werden Kraftwerke diesseits des Engpasses angewiesen, ihre Einspeisung zu drosseln, während Anlagen

⁷⁹ https://www.isi.fraunhofer.de/content/dam/isi/dokumente/ccx/2015/Industriestrompreise_Abschlussbericht.pdf

jenseits des Engpasses ihre Einspeiseleistung erhöhen müssen. Diese Anpassung der Leistungseinspeisung im Bereich des Stromhandels wird als **Redispatch** bezeichnet. So mussten in 2017 insgesamt 20438 GWh verschoben werden, wie Bild 61 zu entnehmen ist⁸⁰. Entsprechend sind die Kosten für Netzeingriffe je MWh gestiegen. Im Jahr 2017 betrugen sie rund 901 Mio. Euro, das entspricht 44 Euro je MWh. Der Anstieg dieser Maßnahmen lässt sich vor allem auf das erste Quartal 2017 zurückführen, in dem trotz geringer Wind-einspeisung eine Kumulation von Umständen zu einer außergewöhnlich starken Belastung der Stromnetze geführt hatte. Auch ist die Anzahl der erforderlichen »Redispatch«-Maßnahmen von ursprünglich jährlich einigen 100 auf über 3000 angestiegen. Die gesicherte Stromversorgung mit stabilen Netzen ist dadurch erheblich gefährdet.

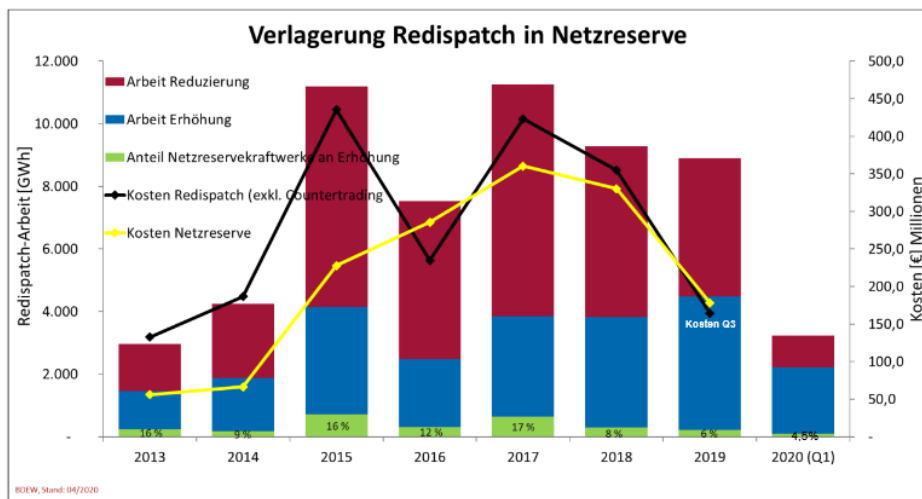


Bild 61. Entwicklung der Redispatchmaßnahmen und Kosten im Übertragungsnetz [78, Seite 12]

Die Bundesnetzagentur schreibt in ihrem Monitoringbericht 2019⁸¹ [Seite 12]:

*Der Redispatchbedarf war im Jahr 2018 weiterhin hoch, das Volumen ist aber im Vergleich zum Jahr 2017 gesunken. Die Einspeisereduzierungen beliefen sich im Gesamtjahr 2018 auf 7919 GWh, die Einspeiserhöhungen von Marktkraftwerken auf 6956 GWh und der Einsatz von Reservekraftwerken auf 654 GWh. Insgesamt wurden Einspeisereduzierungen und -erhöhungen in Höhe von 15529 GWh angefordert. **An 354 Tagen des Jahres wurden entsprechende Eingriffe angewiesen.** Der Anteil der durch Redispatch verursachten Absenkungen von Kraftwerken belief sich damit auf 2,1 Prozent, bezogen auf die in die Netze eingespeiste Erzeugung aus Nicht-Erneuerbaren Energieträgern. Die Kosten für Redispatchmaßnahmen mit Markt- und Netzreservekraftwerken lagen im Jahr 2018 bei rund 803 Mio. Euro. Das Einspeisemanagementvolumen lag im Gesamtjahr 2018 mit rund 5403 GWh fast auf dem Niveau des Vorjahres. Vergleicht man diesen Wert mit dem Gesamtjahr 2017, ergibt sich eine Minderung der Menge an Ausfallarbeit um rund 115 GWh (Gesamtjahr 2017 = 5518 GWh). Die durch die Netzbetreiber an die Bundesnetzagentur gemeldeten geschätzten Entschädigungsansprüche der Anlagenbetreiber belaufen sich für das Gesamtjahr 2018 auf rund 635,4 Mio. Euro und liegen somit etwas über dem Niveau des Vorjahres (Gesamtjahr 2017 = 609,9 Mio. Euro).*

⁸⁰ <https://www.bdew.de/service/anwendungshilfen/redispatch-deutschland/>

⁸¹

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Mediathek/Berichte/2019/Monitoringbericht_Energie2019.pdf?__blob=publicationFile&v=6

Diese Kosten werden selbstverständlich auch über den Strompreis abgedeckt. Dazu kommen Kosten in Millionenhöhe für den »Geisterstrom«, also den Strom für abgeschaltete Windenergieanlagen. Die Konsequenz ist:

Der Strompreis steigt und steigt, wie Anfang 2020 zu beobachten war.

4.2 Kapazitätsmarkt und Versorgungssicherheit

Die Next Kraftwerke GmbH aus Köln schreiben dazu⁸²: *Der Begriff »Kapazitätsmarkt« wird seit mehreren Jahren mit einer derartigen Selbstverständlichkeit in Grundsatzdebatten des deutschen Strommarktdesigns verwendet, dass der Eindruck entsteht, ein Kapazitätsmarkt sei mit einer festen Definition verbunden oder existiere gar. Es besteht jedoch – um dies vorneweg klarzustellen – bis heute keine eindeutige Definition des Begriffs »Kapazitätsmarkt« und auch **kein** Kapazitätsmarkt als solcher in Deutschland. Mit der Veröffentlichung des Weißbuchs »Ein Strommarkt für die Energiewende« des Bundeswirtschaftsministeriums ging eine deutliche Absage zur diskutierten Schaffung eines Kapazitätsmarkts einher. Es ist daher äußerst unwahrscheinlich, dass das deutsche Stromsystem in Zukunft einen Kapazitätsmarkt beinhalten wird. In der Vergangenheit bestand eine Gemeinsamkeit bei allen Auslegungen des Begriffs »Kapazitätsmarkt«. Die Diskussion stand generell im Zusammenhang mit der Intention, die **Versorgungssicherheit** von Strom zu garantieren. Mit einem zu schaffenden Kapazitätsmarkt sollte im Idealfall die Gefahr eines Blackouts (Totalausfall) des Stromnetzes reduziert bzw. komplett vermieden werden.*

*Der Auslöser der Diskussionen um einen Kapazitätsmarkt war der stetig ansteigende Anteil fluktuierender erneuerbarer Energien bei gleichzeitiger mittelfristiger Reduktion von gesicherter konventioneller Erzeugung, etwa aus Atom- oder Kohlekraftwerken. Stellt man sich vor, dass an einem kalten, verhangenen Wintertag der deutsche Stromverbrauch hoch und die Solar- und Windeinspeisung gering sind, benötigt man gesicherte **Kapazitätsmechanismen**, um den Stromverbrauch zu befriedigen. Diese gesicherten Kapazitäten müssen mit relativ kurzem Vorlauf **zuschaltbar** sein, etwa aus stillstehenden modernen Gaskraftwerken oder auch Biogasanlagen, um die Volatilität zu kontern. Ein **Kapazitätsmarkt** könnte die Vorhaltung dieser Stromerzeugungskapazitäten ausschreiben und in freiem Wettbewerb bepreisen.*

Das müsste dann auch der Stromkunde bezahlen!

*Auch im **Strommarktgesetz**⁸³, das am 30. Juli 2016 in Kraft getreten ist, ist die Einführung eines Kapazitätsmarkts nicht vorgesehen.*

So äußerte sich schon im April 2015 der damalige Chef der EWE (AG), Dr. Werner Brinker, zum Thema Kapazitätsmarkt⁸⁴: *»Wir unterstützen die Idee der Weiterentwicklung des bestehenden mengenbasierten Strommarktes (so genannter Energy-only-Markt), der von einer Kapazitätsreserve flexibler Erzeugungsanlagen für den Notfall flankiert wird. Der von weiten Teilen der Energiewirtschaft geforderte Aufbau eines zusätzlichen Kapazitätsmarktes, auf dem die Vorhaltung gesicherter Leistung separat vergütet wird, ist nach unserer Ansicht nur zu rechtfertigen, wenn die Versorgungssicherheit in Deutschland auf anderem Wege nicht wirtschaftlich zu gewährleisten ist.*

⁸² <https://www.next-kraftwerke.de/wissen/kapazitatsmarkt>

⁸³

https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?startbk=Bundesanzeiger_BGBl&jumpTo=bgbl116s1786.pdf#_bgbl__%2F%2F*%5B%40attr_id%3D%27bgbl116s1786.pdf%27%5D_1600784890252

⁸⁴ <https://www.ewe.com/de/presse/pressemitteilungen/2015/08/ewe-chef-brinker-im-strommarkt-ist-opportunismus-eine-tugend-ewe-ag>

Um das Niveau der Versorgungssicherheit stets im Blick zu haben, **sollte ein kontinuierliches Monitoring durchgeführt werden**, das die europäische Dimension mit einbezieht. Bei der Ausgestaltung des künftigen Strommarktes sollte auf klare Anreize für flexibles Verhalten aller beteiligten Akteure geachtet werden: Flexibilität ist für mich der Problemlöser der Energiewende. Wir müssen deshalb diejenigen belohnen, die Strom dann erzeugen, wenn er benötigt wird – und auch jene, die ihn vorrangig verbrauchen, wenn viel bereitgestellt werden kann.

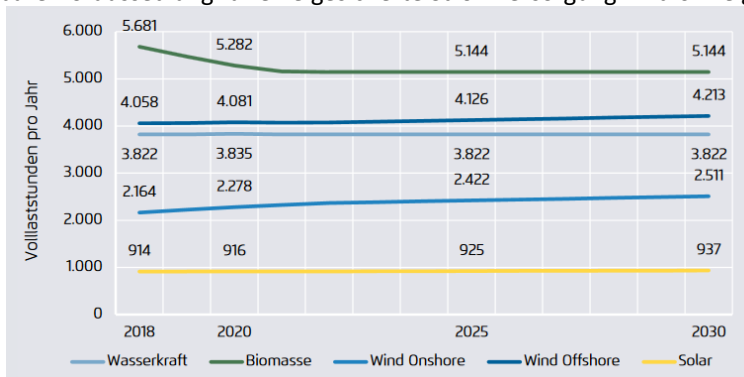
In Konsequenz etablierte die EWE (AG) eine neue Monitoring-Abteilung. Die Mitarbeiter beobachten rund um die Uhr, also 24 Stunden am Tag und das an 365 Tagen im Jahr, den Markt, um jederzeit den günstigsten Stromanbieter für eine gesicherte Stromversorgung zu finden. Weil alle 15 Minuten der Strompreis an der Strombörse geändert wird, führt das bundesweit zu Umschalteffekten und somit zu Stabilitätsproblemen im Netz.

4.3 Stromspeicher

Stromspeicher für große Strommengen sind weder technisch noch physikalisch absehbar.

- Batterien sind als Speichermedium nur für Sekunden, Minuten oder Stunden geeignet.
- Derzeit speichern 36 Pumpspeicherwerke 37,4 GWh. Sie könnten eine maximale Leistung von 6,7 GW für 4 bis 8 Stunden liefern. Eine Überbrückung von 14 Tagen Dunkelflaute würde 21 TWh erfordern. Dafür wären insgesamt 20000 Pumpspeicherkraftwerke erforderlich, was absolut nicht realisierbar ist. Außerdem kann die Wirtschaftlichkeit von Pumpspeicherkraftwerken nur erreicht werden, wenn im Tagesrhythmus Ein- und Ausspeicherung stattfindet und die Einkaufs- und Verkaufspreise dazu passen.
- Die einzig mögliche Lösung für eine Langzeitspeicherung wäre, wenn überschüssiger regenerativer Strom mit Hilfe der Elektrolyse in Wasserstoff und danach mit CO₂ in Erdgas oder flüssige Kraftstoffe umgewandelt würde (Power to Gas). **Allerdings wäre der Gaspreis dafür heute mehr als zehnmal so hoch wie der derzeitige Marktpreis!!** Mehr dazu im Kapitel 5 Sektorkopplung.

Aufgrund der Volatilität der regenerativen Erzeugeranlagen sind Speicher eine unabdingbare Voraussetzung für eine gesicherte Stromversorgung. Bild 62 zeigt eine Übersicht der



erreichbaren gemittelten Werte der Volllaststunden regenerativer Anlagen für die Jahre 2018 bis 2030 in Deutschland⁸⁵.

Bild 62. Prognostizierte Vollbenutzungsstunden für ganzjährig betriebene Anlagen (Quelle: Öko Institut)

⁸⁵ <https://www.oeko.de/>

4.3.1 Akkumulatoren

Akkumulatoren und Batterien speichern elektrische Energie in Form chemischer Energie. Akkumulatoren sind wieder aufladbar, Batterien können nur einmal entladen werden. Die physikalische Grundlage dafür bietet die elektrochemische Spannungsreihe, eine Auflistung von Redox-Paaren nach ihrem Standardelektrodenpotential [85].

Seit vielen Jahrzehnten hat sich der **Bleiakkumulator** (kurz **Bleiakku**) bewehrt. Genutzt wird bei ihm die Potentialdifferenz zwischen den Elektroden Bleioxyd (Pluspol) und Blei (Minuspol). Über den Elektrolyten Schwefelsäure fließen die Elektronen beim Entladen über die Last vom Pluspol zum Minuspol und bauen so die Oxydschicht ab. Durch Stromzufuhr dreht sich dieser Vorgang um, die Oxydschicht wird wieder aufgebaut. Bekannt sind aber auch die Nachteile dieses Verfahrens:

- Mit 0,11 MJ/kg, das entspricht 30 Wh/kg oder 0,03 kWh/kg, ist der Bleiakku relativ schwer und hat eine geringe Speicherkapazität.
- Die Nennspannung einer Zelle beträgt 2 V. Diese Spannung schwankt jedoch je nach Ladezustand und Lade- oder Entladestrom zwischen ca. 1,75 V und 2,4 V.
- Beim Säure-Akku werden Ladezyklen von ca. 300 bis 500 und beim Gel-Akku von 400 bis 600 bis zum Lebensende erreicht.
- Die Lebensdauer wird aber wesentlich von äußeren Umwelteinflüssen wie Temperatur und Spannungsüberwachung mitbestimmt und bezieht sich auf eine Restkapazität von 80%.

Bild 63 gibt einen Überblick, wie sich Ladezyklen und Lebensdauer der verschiedenen Akkutypen unterscheiden⁸⁶.

Akkutyp	Ladezyklen des Akkus	Akku Lebensdauer in Jahren
Blei gel Akku	400-600 Vollzyklen	5-8 Jahre
Blei Säure Akku	300-500 Vollzyklen	4-6 Jahre
NiCd Akku	800-1500 Ladezyklen	15 Jahre+
NiMH Akku	350-500 Ladezyklen	7-10 Jahre
Li Ion Akku	500-800 Ladezyklen	10-15 Jahre
LiPo Akku	300-500 Ladezyklen	7-10 Jahre
NiFe Akku	3000+ Ladezyklen	20-60 Jahre

Bild 63. Übersicht über die Akku Lebensdauer, gemessen in Ladezyklen und Jahren⁸⁶

Auf dem Gebiet der Elektromobilität hat der Lithium-Ionen-Akku inzwischen eine dominierende Stellung eingenommen. Er zeichnet sich durch eine hohe Energiedichte und Lebensdauer aus. Die Nenn-Zellenspannung beträgt 3,7 Volt, seine gespeicherte Energiedichte beträgt 170 Wh/kg, das sind 0,17 kWh/kg. Mit Lithiumkobaltnickel (LiNiCo) erreicht man sogar bis 240 Wh/kg. Die Ladeschlussspannung liegt bei 4,1 bzw. 4,2 Volt und muss auf 50 Millivolt genau eingehalten werden, sonst wird die Zelle zerstört. Die unterste Spannungsgrenze liegt bei 2,5 Volt. Darunter wird die Zelle beschädigt. Eine Tiefentladung unterhalb 2,4 V kann den Akku jedoch dauerhaft schädigen, ebenso wie eine zu hohe Zelltemperatur. Hersteller empfehlen eine Lagerung bei 15°C und einem Ladestand von 60 %, um einen Kompromiss zwischen beschleunigter Alterung und Selbstentladung zu erreichen. Ein Akku sollte etwa alle sechs Monate auf 40 bis 60 % nachgeladen werden. Zurzeit gilt die Faustregel, dass ein Li-Ionen-Akku nach ca. drei Jahren mehr als 50 % seiner Kapazität

⁸⁶ <http://www.aku-abc.de/aku-lebensdauer.php>

eingebüßt hat. Generell sollte das Entladen unter 40 % vermieden werden, da es bei »tiefen Zyklen« zu größeren Kapazitätsverlusten aufgrund irreversibler Reaktionen in den Elektroden kommen kann. Grundsätzlich ist es besser, Li-Ionen-Akkus »flach« zu zyklen, wodurch sich deren Lebensdauer verlängert. Tesla weist deshalb auch darauf hin, dass Schnellladungen höchstens dreimal nacheinander durchgeführt werden sollten.

Die Brandgefahr der Li-Ionen Akkus wurde am Mittwoch, 13. Mai 2020 deutlich. Gleich sechs elektrobetriebene Streetscooter-Transporter der Post wurden im Verteilzentrum Peine geladen und standen um 0:00 Uhr plötzlich in Flammen, ähnlich dem Fall Ende März 2020 in Weyhe bei Bremen, wo auch Streetscooter brannten.

Intensiv wird an neuen Akkukonzepten geforscht. So will Tesla mit einem chinesischen Hersteller den kobaltfreien Eisenphosphat Akku (LiFePO) einführen.

Im März 2017 kündigte die EWE (AG) den Bau eines Batterie-Hybridgroßspeichers in Varel zur Netzunterstützung an [87]. 24 Millionen Euro investierte das japanische Konsortium Nedo in die neue Technologie, die Energie speichert und verteilt. Die Einspeisung soll in das 20 kV-Netz erfolgen, die Kapazität wird mit 25 MWh und die maximale Leistung mit 11,5 MW angegeben. Geworben wird damit, dass 25000 Haushalte fünf Stunden mit Strom versorgt werden können. Rechnet man aber einmal nach, wieviel Leistung dann jedem Haushalt zur Verfügung stünden, ist man doch sehr erstaunt. 25 MWh (25000 Haushalte x 5 h) entspricht 200 W verfügbarer Dauerleistung über fünf Stunden je Haushalt. Mit der genannten Leistung von 11,5 MW für 25000 Haushalte gerechnet, ergeben sich 460 W durchschnittliche Leistung pro Haushalt. Eine Notbeleuchtung ist damit gesichert! EWE hat die Anlage im Mai 2020 in den regulären Netzbetrieb übernommen.

All dies sind verwirrende Zahlen, die für die Allgemeinheit nicht nachvollziehbar sind, aber entsprechenden Optimismus suggerieren sollen.

Auch der Vergleich der Batterie-Investitionskosten von 24 Millionen Euro mit den Investitionskosten für Kraftwerke geht sehr negativ aus. Für eine nur begrenzt verfügbare Leistung von 11,5 MW sind 2174 € pro 1 kW Investitionskosten erforderlich. Die Investitionskosten für Kohlekraftwerke liegen im Bereich 1000 bis 1800 €/kW oder bei GuD-Kraftwerken bei 500 bis 1000 €/kW. Dazu kommt noch, dass die Kraftwerke eine Verfügbarkeit zwischen 4000 bis 8000 Stunden im Jahr haben und ihre Lebensdauer mehr als 40 Jahre beträgt, die Lebensdauer der Batterie dagegen nur 10 bis 15 Jahre.

Alternativ plant EWE einen Redox-Flow-Speicher in Salzkavernen!

Die EWE-Tochter für Gasspeicher will nach eigenen Angaben die größte Batterie der Welt bauen. Dabei soll das bekannte Prinzip der Redox-Flow-Batterie (erstes Patent wurde 1949 Walther Kangro von der TU Braunschweig erteilt), bei dem elektrische Energie in einer Flüssigkeit gespeichert wird, mit neuen, umweltverträglichen Komponenten in unterirdischen Salzkavernen angewendet werden^{87,88}.

Die elektrische Energie wird dabei in zwei Elektrolyten aus gelösten Salzen getrennt gespeichert. Die Zusammensetzung der Elektrolyte bestimmt die Zellenspannung und die Energiedichte. In der Praxis werden die Systeme mit geschlossenen Kreisläufen ausgeführt. Die eigentliche galvanische Zelle wird durch eine Membran in zwei Halbzellen geteilt. An der Membran fließt der Elektrolyt vorbei. Die Halbzelle wird durch eine Elektrode abgegrenzt, an der die eigentliche chemische Reaktion in Form einer Reduktion oder Oxidation

⁸⁷ <https://www.photovoltaikeu/energiewende/ewe-plant-redox-flow-speicher-salzkavernen>

⁸⁸ <https://www.zfk.de/energie/strom/artikel/ewe-groesste-batterie-der-welt-erst-nach-2025-2018-12-10/>

abläuft. Bild 64 zeigt den prinzipiellen Aufbau einer Redox-Flow-Batterie, wie sie in Jena entwickelt wurde⁸⁹.



Bild 64. Überblick und prinzipieller Aufbau von Redox-Flow-Batterien⁸⁹

Größter Schwachpunkt aktueller Redox-Flow-Batterien ist ihre Abhängigkeit von einer hochpreisigen Ressource: das Element Vanadium, das auch in der Stahlindustrie begehrt ist. Deshalb konzentrieren sich die aktuellen Forschungen u.a. auf die Verwendung von Lignin als Ausgangsstoff. Lignin gilt aufgrund seiner chemischen Eigenschaften in Kombination mit seiner Umweltfreundlichkeit, seiner weiten Verfügbarkeit und seiner niedrigen Kosten als vielversprechender Rohstoff für metallfreie Redox-Flow-Batterien zur Energiespeicherung in großen stationären Speichern, wie sie die Kavernen bieten. Es wird für möglich gehalten, dass Flowzellen auf Ligninbasis zukünftig einen Speicherwirkungsgrad von 90% und Speicherkosten von ca. 3 ct/kWh aufweisen werden. Inbetriebnahme ist in 2025 geplant.

4.3.2 Wärmespeicher

»Power to heat« ist ein neues Forschungsthema als Beispiel für die Kopplung von Strom- und Wärmesektor. So wurde die Power to Heat-Anlage »Karoline« 2019 in Hamburg als Teil des Großprojekts NEW 4.0 – Norddeutsche Energie Wende 4.0 eingeweiht^{90,91}.

Mit dem Elektrokessel soll in dem Projekt erforscht werden, wie technische, ökonomische und regulatorische Rahmenbedingungen gestaltet sein müssen, um eine für die Energiewende sinnvolle Anlage wie diese wirtschaftlich betreiben zu können. Diese ist zunächst nur für die Wärmeversorgung geplant, soll grundsätzlich aber auch für ein Wärmekraftwerk zur Stromerzeugung nutzbar sein. Dabei möge man sich daran erinnern, dass Wärme die Energieform mit dem niedrigsten Nutzungsfaktor ist, Elektrizität die Energieform mit dem höchsten.

Eine Umwandlung **Strom-Wärme-Strom** hat einen sehr schlechten Wirkungsgrad.

Entwickelt werden auch Hochtemperaturspeicher mit induktiver Erwärmung. Diese zeichnen sich durch eine hohe Dynamik bei der Aufnahme von Leistungsspitzen aus. Die Rückverstromung erfolgt direkt mit der hohen gespeicherten Temperatur größer 900°C. Nachteilig ist der geringe elektrische Systemwirkungsgrad von 29% bei Kleinanlagen bis ca. 525 kW und von 33% bis 54% bei Großanlagen von 6,8 MW. (Quelle: BWK, Heft 03, 2020, Seite 6 bis 14).

⁸⁹ https://www.uni-jena.de/200925_Polymerelektrolyte

⁹⁰ <https://new4-0.erneuerbare-energien-hamburg.de/de/new-40-blog/details/power-to-heat-anlage-karoline-ingeweiht.html>

⁹¹ <https://www.haw-hamburg.de/cc4e/ueber-uns/blog-und-events/norddeutsches-reallabor-will-sektorkopplung-voranbringen/>

4.4 Erneuerbare Energieanteile an der Energieversorgung

Die erneuerbaren Energieanteile in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr nach Bild 65 sagen nichts über die Verfügbarkeit der elektrischen Leistung aus⁹².

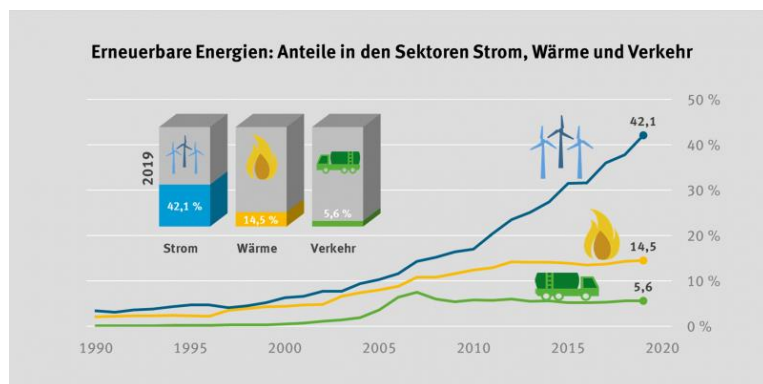


Bild 65. Anteile der erneuerbaren Energien in den Sektoren Strom, Wärme und Verkehr [92]

Um Flauten bei Wind und Sonne zu überbrücken, ist oft eine installierte Leistung konventioneller Kraftwerke für den gesamten Bedarf erforderlich, wie Bild 66 für die Zeit vom 12. bis 19. Juli 2020 zeigt⁹³. Der Bedarf schwankt zwischen 71 GW und 49 GW, Windanlagen onshore und offshore liefern weniger als 2 GW, deshalb mussten ca. 8 GW importiert werden.

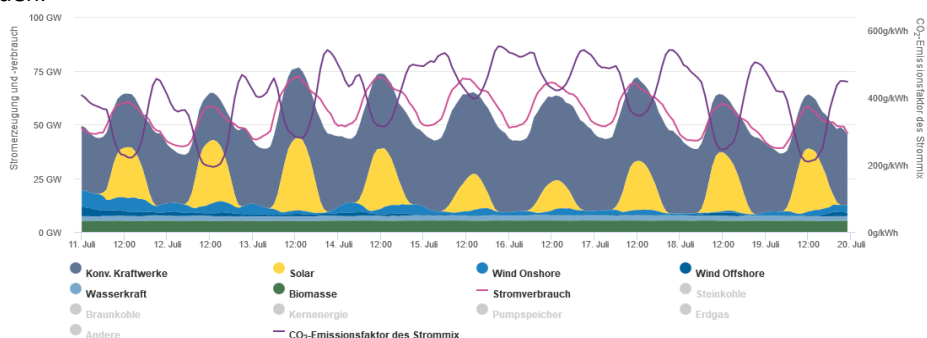


Bild 66. Leistungsbedarf bei Wind- und Sonnenflauten vom 11. bis 20. Juli 2020⁹³

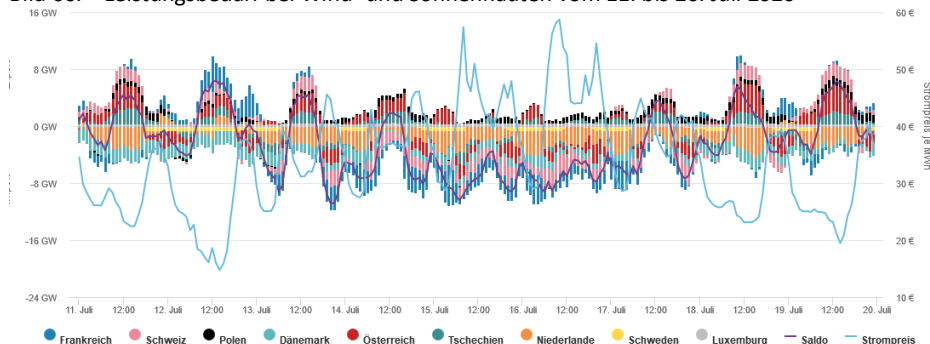


Bild 67. Import/Export bei Wind- und Sonnenflauten vom 11. bis 20. Juli 2020⁹³

⁹² <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen>

⁹³ https://www.agora-energielende.de/service/agorameter/chart/power_generation/11.07.2020/19.07.2020/

Wie bereits ausgeführt, sollen die letzten Kernkraftwerke ab 2022 mit 8,5 GW installierter Leistung abgeschaltet werden. Damit entfällt deren Energiebeitrag mit einer Verfügbarkeit von 98%, für den kein entsprechender Ersatz absehbar ist.

An dieser Stelle sei nochmal auf die McKinsey Studie **Deutschland droht Versorgungsengpass** hingewiesen⁹⁴.

Sollen alle Kern- und Kohlekraftwerke ersetzt werden, erfordert dies den Neubau von 47 Gaskraftwerken, wofür sich aber kein Investor (siehe Kapitel 3.2) findet. Wer sollte sich heute auch dafür engagieren, wenn aufgrund der bevorrechtigten Einspeisung regenerativer Leistung nach EEG kaum ein wirtschaftlicher Betrieb zu erwarten ist? Die Volllastbetriebsstunden sind einfach zu gering. Auch der zu erwartende Beitrag Kraft-Wärme gekoppelter Kraftwerke wird maßlos überschätzt. Es wurde schon darauf hingewiesen, dass KWK-Anlagen alle wärmegeführt sind. Wenn kein Wärmebedarf vorliegt (z. B. im Sommer), kann elektrischer Strom damit nicht mehr wirtschaftlich erzeugt werden.

Mit jedem Zubau weiterer regenerativer Anlagen werden diese Probleme verstärkt. Konventionelle Kraftwerke müssen immer häufiger ihre Leistungseinspeisung reduzieren. Das mindert ihre Betriebszeiten und damit die Wirtschaftlichkeit, senkt den Börsenstrompreis und erhöht dadurch die Redispatch-Kosten und die EEG-Umlage.

Es muss auch ausdrücklich darauf hingewiesen werden, dass aufgrund der Erzeugung des größten Windstromanteils in Norddeutschland ein weiterer Netzausbau erforderlich wird. Der Netzbetreiber Tennet musste 2017 wegen unzureichender Leitungskapazitäten fast eine Milliarde Euro für sogenannte Noteingriffe im Netz zahlen. Mit der Entscheidung, diese »Stromautobahnen« überwiegend mit Erdkabeln auszuführen, werden die Netzausbaukosten noch weiter erheblich ansteigen. Weil diese Kosten auch auf den Strompreis umgelegt werden, wird dieser fraglos eine enorme Höhe erreichen.

Einsicht ist bei den beteiligten und verantwortlichen Politikern nicht zu erwarten. Im Rahmen der Großen Koalition ist geplant, 1,5 Milliarden Euro für die Energiewende bereitzustellen. Union und SPD wollen bis 2030 gesetzlich verbindliche Klimaschutzziele für die Bereiche Energie, Verkehr, Landwirtschaft und Gebäude vorschreiben. *Anders als bisher soll der Ausbau der erneuerbaren Energien künftig nicht mehr gedeckelt werden, sondern man strebt bis 2030 einen 65-prozentigen Anteil im Strommix an.* Am 12.12.2019 wurde das Klimaschutzgesetzes erlassen⁹⁵. Neben den genau vorgegebenen zulässigen Jahresemissionsmengen von CO₂ wird zu den anfallenden Kosten ausgeführt: *Der zusätzliche Erfüllungsaufwand für die Verwaltung beläuft sich auf rund 6,59 Mio. Euro.*

Zu einer positiven Stimmungslage sollen Studien beitragen, die Wachstumschancen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze aufzeigen. So haben die Boston Consulting Group (BCG) und Prognos für den Bundesverband der Deutschen Industrie e.V. (BDI) im Januar 2018 die Studie **Klimapfade für Deutschland** erstellt⁹⁶. Auf 290 Seiten wird für die Sektoren Industrie, Verkehr, Haushalt, Energieerzeugung und -umwandlung sowie Abfallwirtschaft aufgezeigt, wie die Unternehmen Wachstumschancen nutzen und ihr Geschäftsmodell an neue Gegebenheiten mit dem Ziel, bis zum Jahr 2050 die Treibhausgasemissionen (THG) in Deutschland um 80 bis 95 Prozent gegenüber 1990 zu senken, anpassen können. Die Kopplung »**Klimaschutz durch Reduktion der Treibhausgasemissionen**« wird als absolut wirksam vorausgesetzt. Kernaussagen der Studie sind die erforderlichen Investitionen, um auf

⁹⁴ <https://www.mckinsey.de/news/presse/2019-09-05-energiewende-index>

⁹⁵ <http://www.gesetze-im-internet.de/ksg/KSG.pdf>

⁹⁶

https://www.zvei.org/fileadmin/user_upload/Presse_und_Medien/Publikationen/2018/Januar/Klimapfade_fuer_Deutschland_BDI-Studie_Klimapfade-fuer-Deutschland-BDI-Studie-12-01-2018.pdf

den einzelnen Aktionsfeldern die Emissionen in unterschiedlicher Intensität zu reduzieren und auch die dabei auftretenden gesellschaftspolitischen Probleme einzuschränken. Zum Erreichen eines 80 %-Klimaziels im Vergleich zum Referenzpfad würden bei unterstellter optimaler Umsetzung Mehrinvestitionen von etwa 970 Milliarden Euro erforderlich sein. Zum Erreichen des 95 %-Klimaziels wären etwa weitere 800 Milliarden Euro nötig. Wenn allein 47% des gesamten Strombedarfs für die Industrie benötigt werden, könnte das als politischer Wille interpretiert werden, die Großindustrie abzuschaffen. Positiv wird vorgestellt, dass die erfolgreichen Klimaschutzbemühungen mit einer umfangreichen Erneuerung aller Sektoren der deutschen Volkswirtschaft verbunden wären und den deutschen Exporteuren weitere Chancen in wachsenden »Klimaschutzmärkten« eröffnet würden. Das ist die Vorbildfunktion von Deutschland und keiner folgt uns!

Alle europäischen Nachbarn haben einen anderen Energiemix, wie die nachstehende Tabelle zeigt.

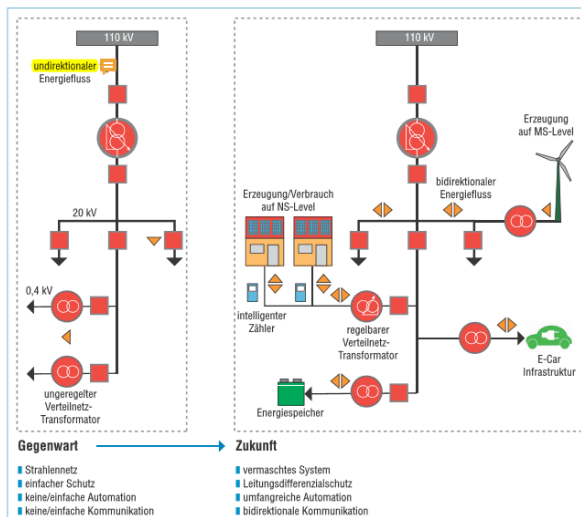
Dänemark ist mit 54% Windanteil von nur gesamt 28,7 TWh nicht mit Deutschland zu vergleichen. (Datenquelle: Entso-e).

Land im Jahr 2019	gesamt	Kohle Gas+Öl	Kernkraft	Wind	Solar	Wasser	Biogas
Deutschland	506,7 TWh	198,6 (39,1%)	71,0 (14%)	128,3 (25,3%)	41,9 (8,3%)	24,8 (4,9%)	42,3 (8,3%)
Frankreich	527,2 TWh	41,1 (39,8%)	378,0 (71,7%)	32,7 (6,2%)	11,4 (2,2%)	59,2 (11,2)	4,8 (0,9%)
Schweden	158,4 TWh	Gas 9,0 (5,7%)	64,4 (40,7%)	19,4 (12,3%)	0,0	65,5 (41,4%)	0,0
Dänemark	28,7 TWh	6,9 (24,1%)	0,0	15,7 (54,7%)	1,0 (3,4%)	0,0	5,1 (17,8%)

Tabelle Strommix im Vergleich Deutschland und einige europäische Nachbarländer

4.5 Smart Grid

Unter dem Stichwort »Digitalisierung« soll mittels Verschiebung und Zuschaltung von Lasten das fluktuierende Angebot aus erneuerbaren Energien effizient ausgeglichen werden. Bild 68 zeigt den erforderlichen Aus- und Umbau der Verteilernetze zum Smart Grid.



Das fluktuierende Angebot aus erneuerbaren Energien effizient ausgeglichen werden. Bild 68 zeigt den erforderlichen Aus- und Umbau der Verteilernetze zum Smart Grid.

Bild 68. Aus- und Umbau der Verteilernetze zum Smart Grid (Quelle: Burgholte, Schmutziger Strom Seit 15, Hüthig Verlag).

Mit Hilfe der Digitalisierung sollen Bedarf und Erzeugung elektrischer Leistung synchronisiert werden. Das erfordert den erheblichen Aufbau neuer Informationskanäle und neue zu entwickelnde Software.

Die dafür ausgeschriebenen Förderprogramme sind natürlich für die Forschungsinstitute überaus interessant und werden ungemein beworben. So stellte das Fraunhofer Institut IAO in Stuttgart schon im Januar 2010 das Forschungsfeld »**Elektromobile Stadt**«⁹⁷ vor.

Die Eigendarstellung des Fraunhofer-Instituts für Arbeitswirtschaft und Organisation IAO im Internet hört sich wie folgt an:

*Neben den Elektrofahrzeugen und den Ladesystemen selbst ist deren Integration in das Energienetz für zukünftige Energiesysteme von zentraler Bedeutung. Im Forschungsfeld Energie und Ladeinfrastruktur werden hierzu Konzepte für den Aufbau und Betrieb von Ladeinfrastruktur und übergeordneten Energiesystemen entwickelt und unter realen Testbedingungen erprobt. Am Institutszentrum Stuttgart wird dafür ein **Micro Smart Grid** aufgebaut mit dem Ziel, lokale erneuerbare Energiequellen für das Laden von Elektrofahrzeugen zu nutzen und gleichzeitig ein lokales Energiemanagement aufzubauen und zu optimieren. Ein weiterer Themenschwerpunkt ist die Entwicklung zukunftsweisender Energiekonzepte für die Planung von Gebäuden, Stadtquartieren und für die Stadtentwicklung.*

Die Studie hat vier wesentliche Teile:

- *Szenarien zur zukünftigen Entwicklung der Automobilindustrie*
Definition von Referenzfahrzeugen der Zukunft mit modellgestützter Abschätzung ihrer globalen Umsatzentwicklung bis 2030
- *Quantifizierung der Effekte für das Saarland*
- *Ableitung von Handlungsempfehlungen*

Untersucht wird, welche Wertschöpfung das Saarland trotz erheblicher struktureller Änderungen durch den massiven Ausbau der Elektromobilität erzielen kann.

Mit dem Projekt **e-GAP Intelligente Ladeinfrastruktur - Entwicklung und Aufbau von öffentlicher Ladeinfrastruktur (IL)**⁹⁸ soll ein wichtiger Beitrag für die Herausforderungen an ein umwelt- und klimafreundliches Verkehrsmuster der Zukunft geliefert werden. Speziell im ländlichen Raum sind passende Konzepte gefragt. Der Aufbau und die Entwicklung einer bedarfsgerechten und nachhaltigen Ladeinfrastruktur ist eine Grundvoraussetzung, um Elektromobilität sowohl technisch als auch thematisch in ländlich und touristisch geprägten Räumen umzusetzen.

Verantwortlich ist Dr.-Ing. Sabine Wagner, Leiterin Mobility Concepts and Infrastructure am Fraunhofer IAO in Garmisch-Partenkirchen. Am Fraunhofer IAO in Stuttgart wird das Projekt **charge@work**⁹⁹ hinsichtlich der Anforderungen an die Lade- und Energieinfrastruktur für das Laden von Elektrofahrzeugen am Arbeitsplatz untersucht.

Im Zuge des Projekts wurden an insgesamt 16 Standorten der Daimler AG (vornehmlich im Raum Stuttgart) über 170 Ladesäulen installiert, um den Mitarbeitern das Laden ihres Privat- oder Firmenfahrzeugs standortübergreifend zu ermöglichen. Die Zahl der Stationen wurde danach sogar noch auf über 500 aufgestockt. Gleichzeitig wurde ein Leasingangebot für Elektrofahrzeuge für die Mitarbeiter etabliert und damit eine Flotte mit über 300 Elektrofahrzeugen aufgebaut, die im Raum Stuttgart über 2,8 Mio. Kilometer zurückgelegt

⁹⁷ https://www.muse.iao.fraunhofer.de/de/ueber_uns/labors/fraunhofer-iao-micro-smart-grid.html

⁹⁸ <https://www.muse.iao.fraunhofer.de/de/projekte/intelligente-ladeinfrastruktur-plus.html>

⁹⁹ <https://www.muse.iao.fraunhofer.de/de/projekte/charge-at-work.html>

haben. Dies ermöglichte eine umfassende Auswertung der Ladedaten und eine Analyse der Auswirkungen auf die übergeordneten Energiesysteme und resultierender Lastspitzen.

Das Umweltbundesamt definiert: **Intelligente Stromnetze (Smart-Grids)** kombinieren Erzeugung, Speicherung und Verbrauch. Eine zentrale Steuerung stimmt sie optimal aufeinander ab und gleicht somit Leistungsschwankungen – insbesondere durch fluktuierende erneuerbare Energien – im Netz aus. Die Vernetzung erfolgt dabei durch den Einsatz von Informations- und Kommunikationstechnologien (IKT) sowie dezentral organisierter Energiemanagementsysteme zur Koordination der einzelnen Komponenten.

Das bedeutet, dass in einem Smart-Grid nicht nur Energie sondern auch Daten transportiert werden, sodass Netzbetreiber in kurzen Abständen Informationen zur Energieproduktion und zum Energieverbrauch erhalten. Bisher hatten die Netzbetreiber weder Kontrolle noch Kenntnis, wann und wo eine dezentrale Erzeugungsanlage Strom ins Netz einspeist. Wird der Anteil solcher »unkoordinierten« Erzeuger zu hoch, steigt das Risiko von instabilen Netzzuständen.

Durch intelligente Vernetzung, Lastmanagement und Nachfrageflexibilisierung können somit eine effiziente Nutzung und Integration der erneuerbaren Energien sowie eine Optimierung der Netzauslastung erreicht werden¹⁰⁰.

Die Theorie des Umweltbundesamtes hört sich ja ganz gut an. Aber welche Konsequenzen sind damit verbunden? Wie wirken sich *intelligente Vernetzung, Lastmanagement und Nachfrageflexibilisierung* praktisch aus? Es handelt sich um Schlagworte, die unter dem Stichwort **Demand side management** propagiert werden. Verteilt werden kann nur das, was auch vorhanden ist. Ist nicht ausreichend regenerative Leistung vorhanden, fordert ein Lastmanagement die Abschaltung der Lasten, beispielsweise in der Industrie, wo sich der Stromeinsatz variieren lässt, wie in Mühlen, Öfen, Pumpen oder Kühlhäusern. Mit Hilfe der in der Einführung befindlichen **Smart Meter** kann dann auch der Energieversorger in jedem privaten Haushalt den Leistungsbezug mit schwankenden Preisen steuern. Bei zu wenig regenerativer Leistung muss eben das E-Mobil, die Waschmaschine oder der Geschirrspüler einmal warten. Das Bundeswirtschaftsministerium informiert darüber in einem Newsletter¹⁰¹:

Alle Stromkunden mit einem Stromverbrauch von mehr als 6000 Kilowattstunden (kWh) pro Jahr werden ab sofort verpflichtend mit einem intelligenten Messsystem ausgestattet. Privathaushalte mit einem geringeren Verbrauch erhalten zunächst nur einen digitalen Stromzähler (Fachbegriff »moderne Messeinrichtung«). Diese Stromzähler können aber optional mit einem Smart Meter ausgerüstet werden. Die neue Technik lohnt sich in vielerlei Hinsicht. Smart Meter bilden künftig eine gesicherte Plattform für neue, digitale Leistungen (Smart-Home-Dienste). Die Vorteile von Smart Metern für Privathaushalte auf einen Blick:

- mehr Transparenz beim Energieverbrauch
- Einsparpotential besser identifizieren, Energieeffizienz steigern
- bessere Steuerung der Stromnetze erspart den Endverbrauchern Geld
- Ablesetermine vor Ort entfallen
- Abschlags- und Nachzahlungen können vermieden werden
- Energieversorger können flexible Stromtarife anbieten, mit denen die Stromnutzung zu bestimmten Zeiten günstiger wird

¹⁰⁰ <https://www.umweltbundesamt.de/service/uba-fragen/was-ist-ein-smart-grid>

¹⁰¹ <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2020/03/Meldung/news2.html>

- *Das Smart Meter als sichere digitale Plattform bietet Zusatzdienste und erhöht damit nicht nur die effiziente Stromnutzung in Privathaushalten und Unternehmen. Es erfüllt auch wichtige Aufgaben für die Energiewende, um unter anderem mehr Strom aus erneuerbaren Energien in die Netze aufnehmen zu können.*

Bislang müssen die Netzbetreiber die Stromnetze für das Maximum der Belastung planen, basierend auf Erfahrungen und Prognosen. Smart Meter liefern den Netzbetreibern künftig aktuelle Netzzustandsdaten, so dass sie die Netze bedarfsorientiert betreiben, ihre Datengrundlage verbessern und entsprechend planen können. Darüber hinaus ermöglicht ein intelligentes Management die optimale Auslastung der bestehenden Leitungen. Das ist günstiger und effektiver, als landesweit neue Stromleitungen zu verlegen, wenn zukünftig beispielsweise vermehrt Wärmepumpen und Ladesäulen für Elektroautos installiert werden. Die Zahl der Baustellen wird reduziert und daraus resultierende höhere Netzentgelte für Stromkunden werden vermieden.

Im Klartext heißt das: Zuteilung der Leistung, nur wenn sie verfügbar ist!

5 Sektorkopplung

Die Ziele sind klar definiert. Unter dem Schlagwort »**Sektorkopplung**« sollen die Bereiche der Strom- und Wärmeversorgung sowie der komplette Verkehrssektor auf regenerative Energiequellen umgestellt werden. Geplant wird ein **Integriertes Energiesystem**, wie es die Deutsche Energie Agentur (dena) in ihrer Leitstudie beschreibt¹⁰²:

Der Ausbau der erneuerbaren Energien erfordert auch den Umbau des Energiesystems. Eine besondere Rolle spielen hierbei sektorübergreifende Verbindungen von Strom, Wärme und Verkehr. Elektromobilität etwa stellt wortwörtlich eine solche Verbindung dar.... Inwiefern zukünftig dabei auch der digitalen Vernetzung eine Schlüsselrolle zukommt, zeigt der Schwerpunkttext zum Thema Digitalisierung.

Für die dena geht es nicht nur um die Verbindung der verschiedenen Energiebereiche. Auch die Verknüpfungen innerhalb der Sektoren sollen verstärkt werden. So wird für die dena aus Sektorkopplung „integrated energy“, ein integriertes Energiesystem, in dem alle Teile aufeinander abgestimmt werden können.

Die **dena-Leitstudie Integrierte Energiewendelmpulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050** liefert im Teil A ab Seite 5: den Ergebnisbericht und Handlungsempfehlungen und Teil B ab Seite 55: den Gutachterbericht (ewi Energy Research & Scenarios gGmbH)¹⁰³.

Wie sieht es aber mit der Verfügbarkeit und der Versorgungssicherheit aus? Wo ergeben sich Probleme für die Anwender?

5.1 Zukünftige Stromversorgungssicherheit

In dem Moment, in dem Strom benötigt wird, muss er auch in den Kraftwerken oder aus regenerativen Anlagen erzeugt werden, oder er muss aus einem Stromspeicher kommen. In 2019 waren die Erzeugungsleistungen nach Bild 69 verfügbar¹⁰⁴ (je nach Datenquelle differieren die Zahlenangaben geringfügig).

¹⁰² <https://www.dena.de/themen-projekte/energiesysteme/sektorkopplung/>

¹⁰³ https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf

¹⁰⁴ <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/installierte-leistung-und-erzeugung/>

Installierte Leistung und Erzeugung 2019*

Gesamte Elektrizitätswirtschaft

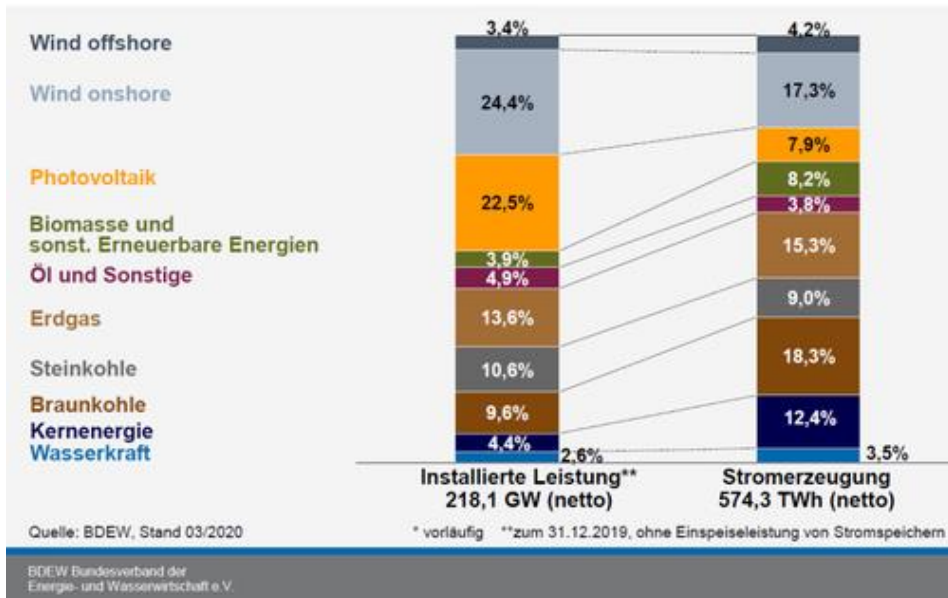


Bild 69. **installierte** elektrische Erzeugungsleistungen mit ihren Energieanteilen 2019¹⁰⁴

Die regenerativen Quellen Wind, Solar, Biogas und Wasserkraft mit ihrer installierten Leistung von 120,4 GW (das sind 56,8% der gesamten Kraftwerksleistung) lieferten 236 TWh (41,2%) der Jahresenergie; die konventionellen Kraftwerke mit 94 GW (43,2%) installierter Leistung lieferten 337,8 TWh (58,8%). Zeitweise mussten sie aber über 95% der erforderlichen Leistung in GW einspeisen, weil zu wenig Sonne und Wind verfügbar waren.

Unter besonderen regionalen Gegebenheiten können lokale Öko-Kraftwerke, wie der Energiebunker Wilhelmsburg in Hamburg, eine begrenzte Strom- und Wärmeversorgung übernehmen. Ausgeführt ist ein Wärmespeicher, der von einem biomethanbefeuerten Blockheizkraftwerk, einer Holzfeuerungsanlage, der Abwärme eines Industriebetriebes sowie einer solarthermischen Anlage gespeist wird.

5.1.1 Verantwortung der Bundesnetzagentur (BNetzA)

Für die Stromversorgungssicherheit ist die Bundesnetzagentur (BNetzA) zuständig. Sie entscheidet, ob und wo Kraftwerke stillgelegt werden dürfen. Am 15. April 2020 wurde wieder eine neue Liste veröffentlicht¹⁰⁵.

Danach sind 8,456 GW endgültig oder vorläufig zur Stilllegung geplant, und davon sind 6,98 GW als systemrelevant eingestuft. Es sind konventionelle Kraftwerke, Wasser und Heizkraftwerke im Leistungsbereich zwischen 846 MW bis 17,2 MW aufgeführt. Der Übertragungsnetzbetreiber (ÜNB) prüft jeden Stilllegungsantrag, ob es sich dabei um **systemrelevante Kraftwerke** handelt.

¹⁰⁵

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/KWSAL/KWSAL_2020_02.pdf?jsessionid=50D0A9ADC8BE5CCA74941D00E331F036?__blob=publicationFile&v=3

Das ist dann der Fall, wenn eine dauerhafte Stilllegung des Kraftwerks mit hinreichender Wahrscheinlichkeit zu einer nicht unerheblichen Gefährdung oder Störung der Sicherheit oder Zuverlässigkeit des Elektrizitätsversorgungssystems führt, die auch nicht durch angemessene andere Maßnahmen beseitigt werden kann. Trifft dies auf eines oder mehrere der angezeigten Kraftwerke zu, weist der ÜNB diese als systemrelevant aus. Die Bundesnetzagentur muss diese Ausweisung genehmigen. Infolgedessen kann ein Weiterbetrieb der Kraftwerke von jeweils bis zu 24 Monaten erfolgen, und eine Stilllegung ist damit zunächst ausgeschlossen. Die Bescheide der Verfahren sind unter¹⁰⁶ gelistet.

Die im Standby verbleibende Verfügbarkeit der Kraftwerksleistung wird entsprechend vom Stromkunden vergütet!

Die erforderlichen Netzreserve für den Winter 2020/2021 sowie das Jahr 2024/2025 listet die BNetzA auf¹⁰⁷.

Konventionelle Kraftwerke garantieren derzeit die gesicherte Stromversorgung. Windenergieanlagen stuft die BNetzA nur mit 1% Beitrag zur gesicherten Stromversorgung und Solaranlagen nur mit 0% ein. Es fehlen die entsprechenden Langzeitspeicher zur Überbrückung der Einspeiselücken.

Die politisch vorgegebenen Ziele einer 100%igen regenerativen Stromversorgung sind derzeit weder technisch realisierbar noch überhaupt absehbar. Es wurde schon darauf hingewiesen, dass eine konstante Frequenz nur durch die so genannten 50 Hz-Kraftwerke garantiert werden kann. Alle regenerativen Erzeugungsanlagen sind technisch nicht dazu befähigt und besitzen auch nicht die dafür erforderliche Leistung. Nicht einmal für eine 80%ige regenerative Stromversorgung wären die Anlagen geeignet. Das schreibt das Handelsblatt am 10. Oktober 2019 unter dem Titel »Deutschlands Rechnung zur Energiewende geht nicht auf«¹⁰⁸.

Eine Vollversorgung mit erneuerbaren Energien ist derzeit unrealistisch. Ein Erdgas-Ausstieg wäre daher unverantwortlich – zumal die CO₂-Bilanz gering ist.

Das Deutsche Institut für Wirtschaftsforschung (**DIW**) mit Sitz in Berlin ist das größte deutsche Wirtschaftsforschungsinstitut. Es berät Politiker und die Regierung. In ihrer Veröffentlichung vom Februar 2019 **Politikberatung 133**¹⁰⁹ äußern sich die Autoren *Pao-Yu Oei, Leonard Göke, Claudia Kemfert, Mario Kendzioriski und Christian von Hirschhausen* zum Thema »Erneuerbare Energien als Schlüssel für das Erreichen der Klimaschutzziele im Stromsektor«. Neben dem Kohleausstieg (100 %) in der Stromerzeugung wird darüber hinaus ein 100%iger Erdgasausstieg im Szenario bis 2030 beschrieben. Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, wird in den beiden 100% Szenarien davon ausgegangen, dass durch zusätzliche Investitionen bis zum Jahr 2030 Geothermie als Quelle der Stromerzeugung mit einem Potential von jährlich 25 TWh hinzu gebaut werden kann. Bild 70 zeigt Szenarien für Kohle- und Erdgas-Ausstiegsvarianten. Die dort angesetzten Ausbaupotentiale für Offshore Wind sind kaum zu realisieren. (DSM: Demand Side Management)

¹⁰⁶

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Erzeugungskapazitaeten/Systemrelevante_KW/Systemrel_KW_node.html

¹⁰⁷

https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/Versorgungssicherheit/Berichte_Fallanalysen/Feststellung_Reservekraftwerksbedarf_2020.pdf?__blob=publicationFile&v=3

¹⁰⁸ <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-deutschlands-rechnung-zur-energiewende-geht-nicht-auf/25092194.html>

¹⁰⁹ https://www.diw.de/documents/publikationen/73/diw_01.c.616181.de/diwkompakt_2019-133.pdf

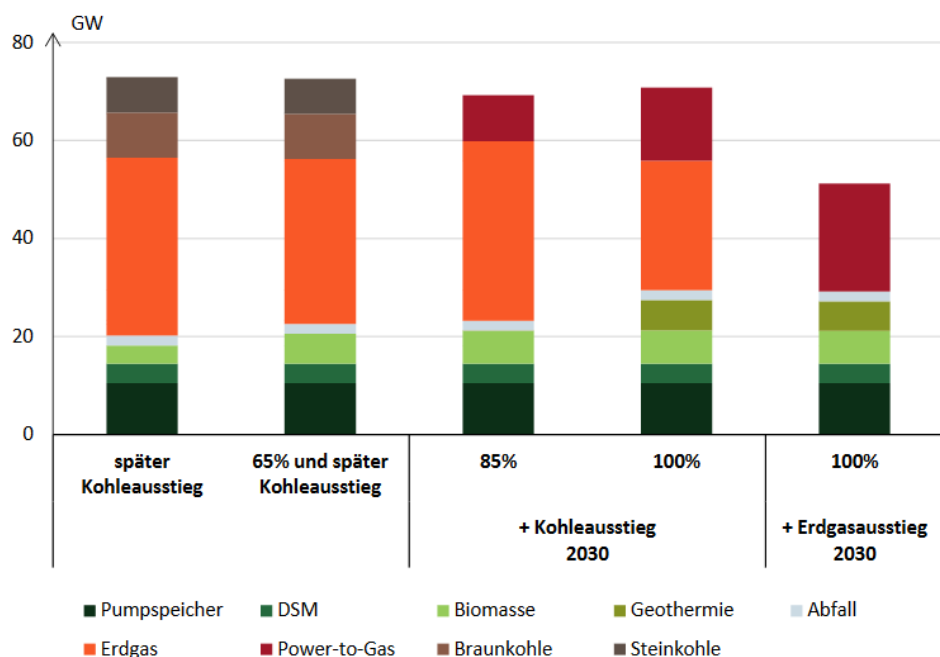


Bild 70. DIW-Szenarien für unterschiedliche Kohle- und Erdgasausstiegsvarianten¹⁰⁹
[DIW Politikberatung 133, Seit 19]

Die dafür erforderlichen konventionellen Kraftwerksleistungen sind in Bild 71 zusammen-
gestellt.

Tabelle 1: Kapazitäten von Kohlekraftwerken in Deutschland [GW].

Szenarien		2015	2020	2025	2030
Später Kohleausstieg	Steinkohle	24,8	20,6	16,4	7,2
65% und später Kohleausstieg	Braunkohle	20,9	18,2	14,3	9,2
85% und Kohleausstieg 2030					
100% und Kohleausstieg 2030	Steinkohle	24,8	16,9	7,2	0,0
100%, Kohle- und Erdgasausstieg 2030	Braunkohle	20,9	12,7	9,1	0,0

Tabelle 2: Annahmen der verschiedenen Szenarien.

Szenariobezeichnung	EE-Ausbau	Kohleausstieg	Offshore Wind	Erdgas- ausstieg
Später Kohleausstieg	gemäß Abbildung 1	2035-2038	15 GW	nach 2030
65% und später Kohleausstieg	65% Ziel	2035-2038	15 GW	nach 2030
85% und Kohleausstieg 2030	75% Ziel	2030	20 GW	nach 2030
100% und Kohleausstieg 2030	100% Ziel	2030	35 GW	nach 2030
100%, Kohle- und Erdgasausstieg 2030	100% Ziel	2030	35 GW	2030

Bild 71. Thermische Kraftwerkskapazitäten in den Szenarien im Jahr 2030¹⁰⁹
[DIW Politikberatung 133, Seit 13]

Die Annahmen eines Zubaus von mehr als 10 GW Pumpspeicherkraftwerksleistung und ca. 20 GW aus Power-to-Gas Anlagen bis 2030 sind mit Sicherheit realitätsfern.

Der Hinweis, dass *grundsätzlich zur Erreichung höherer Sicherheitsniveaus weitere hier nicht näher zu diskutierende Maßnahmen denkbar sind, wie beispielsweise eine stärkere*

Nutzung weiterer Demand Side Management Potentiale oder von Batteriespeichern, ist ebenfalls rein spekulativ.

In der breiten Öffentlichkeit wird das DSM, also das *Demand Side Management*, mit großer Wahrscheinlichkeit zunächst einmal nicht als Einschränkung verstanden. Es bedeutet aber nichts anderes, als dass die Nachfrage nach netzgebundener Leistungsverorgung der Abnehmer in Industrie, Gewerbe und Privathaushalten gesteuert wird. Gemeint sind damit Maßnahmen, um die Verbraucher von der Versorgung abzuschalten.

Veröffentlicht wurde das schon im März 2019 in einer McKinsey Studie^{110,111}: *Womöglich könnte Deutschland dann irgendwann seinen Strombedarf noch nicht einmal mehr durch Importe decken, warnt McKinsey: »Mittelfristig besteht das Risiko, dass im gesamten europäischen Verbund nicht mehr ausreichend Versorgungskapazität vorhanden sein wird.«* *In diesem Fall müssten große Industriebetriebe oder sogar Siedlungsbereiche planmäßig und rotierend vom Netz genommen werden, um einen ungeplanten Blackout zu verhindern. Für das Image des Industriestandorts Deutschland aus Sicht ausländischer Investoren wäre das sicherlich verheerend.*

5.1.2 Blackout Gefahr

Viele Experten und Verantwortliche schätzen die Wahrscheinlichkeit für einen Blackout als »sehr gering« ein. Bisher ging doch alles sehr gut und war auch beherrschbar. Doch *»Die Stromnetze sind auf Kante genäht, das gefährdet die Stromversorgung«*, meint Handelsblatt-Reporter Jürgen Flauger. Dabei sollte doch die Versorgungssicherheit bei der Energiewende Priorität haben¹¹²!

Am 2. Juli 2019 berichtete das Handelsblatt mit der Überschrift über die: **»Blackout-Gefahr: Im deutschen Netz wurde der Strom knapp«**¹¹³. *Gleich an mehreren Tagen im Juni, am 6., 12. und 25. Juni 2019, war die Situation im Stromnetz kritisch, wie die vier Übertragungsnetzbetreiber Amprion, 50Hertz, Tennet und TransnetBW in einer gemeinsamen Erklärung auf Anfrage bestätigten...*

»Die Situation war kritisch - da durfte nicht mehr viel passieren«, hieß es aus Kreisen eines Netzbetreibers. »In der Spitze fehlten sechs Gigawatt an Leistung. Das entspricht in etwa der Leistung von sechs großen Kernkraftwerken. Der Puffer, den die Netzbetreiber zum kurzfristigen Eingreifen bisher zur Verfügung gehalten haben, betrug nur drei Gigawatt.«

Schwarzfall nennen Fachleute das Ereignis, das sich niemand wünscht - wenn Stromnetze großflächig zusammenbrechen. Der Wiederaufbau des Netzes zur Stromversorgung ist aber nicht so einfach. Bundesweit gibt es nach Angaben der Bundesnetzagentur 120 Kraftwerksblöcke, die dazu in der Lage, also »schwarzstartfähig« sind, um ein neues 50 Hz-Netz wieder aufzubauen. Das entspräche einer Leistung von 9,7 Gigawatt. Zum Teil sind die Kraftwerke im aktiven Strommarkt, zum Teil sind sie stillgelegt und damit in Reserve (s. Kapitel 5.1.1). Auch Wasser-, Pumpspeicher- und Gaskraftwerke eignen sich laut Bundesnetzagentur für einen Schwarzstart, weil sie im Vergleich zu anderen Kraftwerken zum Anfahren weniger Leistung benötigen. Für den Netzwiederaufbau ist ihre Leistung insgesamt aber noch zu klein.

¹¹⁰ <https://www.mckinsey.de/news/presse/2019-09-05-energiewende-index>

¹¹¹ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus199683848/Energiewende-Index-So-deutlich-hinkt-die-Regierung-den-Plaenen-hinterher.html?wtrid=onsite.onsitesearch>

¹¹² <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-bei-der-stromversorgung-wiegt-sich-deutschland-in-truegerischer-sicherheit/24522074.html>

¹¹³ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energiewende-blackout-gefahr-im-deutschen-netz-wurde-der-strom-knapp/24515468.html?ticket=ST-4893095-K6SUudC7uAWZgbnhMI0t-ap5>

5.1.3 Kosten eines Blackouts

Die Kosten eines Blackouts (Bild 72) sind erheblich. Nach Einschätzung des Hamburger Weltwirtschafts-Institut (HWWI) würde ein einstündiger Stromausfall in der Mittagszeit allein in der Stadt Berlin 22,74 Millionen Euro kosten.



Bild 72. Kosten eines einstündigen Stromausfalls¹¹⁴

In ganz Deutschland würden die Kosten eines einstündigen Blackouts in der Mittagszeit auf 592,7 Millionen Euro ansteigen.¹¹⁴

»Deutschlands Umstieg auf erneuerbare Energien birgt ein wachsendes Risikopotential«, warnt HWWI-Energieexperte André Wolf im jüngsten Monatsbericht seines Instituts.

5.1.4 Krisenvorsorge

Das Bundesamt für Bevölkerungsschutz und Katastrophenhilfe hat im Januar 2019 die 3. Ausgabe der Broschüre „Stromausfall – Vorsorge und Selbsthilfe“¹¹⁵ herausgebracht. Darin werden der hohe Verfügungsgrad in Deutschland und der europäische Netzverbund besonders gelobt. Die Abhängigkeit von einer gesicherten Stromversorgung wird für den privaten Bereich beschrieben und es werden Tipps für Vorsorge und Verhalten während des Stromausfalls gegeben. Das möglicherweise die Energiewende dafür verantwortlich sein kann, wird nicht erwähnt.

In Österreich ist man da schon konsequenter. Veröffentlicht wurden konkrete Hinweise, wie man sich mit Nahrung, Trinkwasser und technischen Hilfsmitteln versorgen kann¹¹⁶.

Die Stimmung in der deutschen Bevölkerung dazu beschreibt Focus am 17.01.2020 mit dem Artikel **»Licht, Wasser, Geld – und Waffen: Wie sich die Deutschen auf den Blackout vorbereiten«**. Demnach gehen 56 Prozent der Befragten davon aus, dass die Behörden und Verantwortlichen nicht gut oder unzureichend auf einen Blackout vorbereitet sind. Von einer sehr guten oder guten Vorbereitung gehen nur 13 Prozent der Befragten aus. Aber 62% wiegen sich trotzdem in Sicherheit und halten **Stromausfälle für unwahrscheinlich!**

¹¹⁴ <https://www.welt.de/wirtschaft/article121265359/Jede-Stunde-Blackout-kostet-600-Millionen-Euro.html?cid=onsite.onsitesearch>

¹¹⁵

https://www.bbk.bund.de/SharedDocs/Downloads/BBK/DE/Publikationen/Broschueren_Flyer/Buergerinformationen_A4/Stromausfall_Vorsorge_und_Selbsthilfe.pdf?__blob=publicationFile

¹¹⁶ <https://www.krisenvorsorge.at/blackout-stromausfall/>

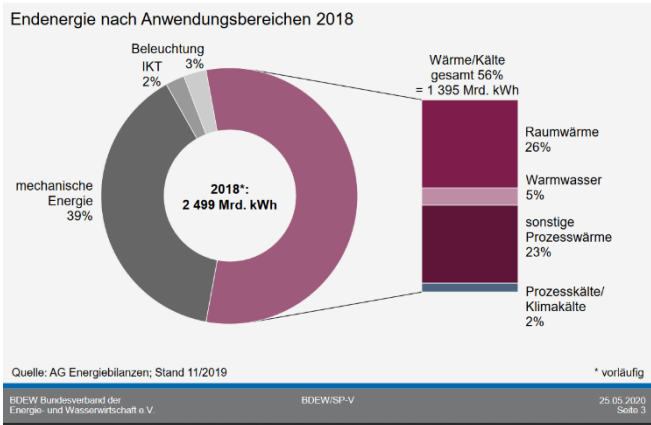
Dieser Eindruck wird ja auch täglich von den Medien vermittelt! Die möglichen Gefahren bei einem großflächigen und länger anhaltenden Stromausfall beschreibt dagegen sehr realistisch Marc Elsberg in seinem Roman »Blackout«. Dieser Roman ist sehr empfehlenswert, denn er vermittelt in ganzer Breite alle Problemfelder in einer derartigen Situation.

5.2 Wärmeversorgung

Der Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft stellt den prozentualen Energieanteil vom gesamten Primärenergieverbrauch für Wärme und Kälte für das Jahr 2018 in Bild 73 zusammen¹¹⁷. Danach werden 56% des gesamten Endenergieverbrauchs (EEV), für Wärme und Kälte in unterschiedliche Anwendungsbereiche benötigt. Allein die Raum- und

Wieviel Energie wird als Wärme genutzt?

bdew
Energie. Wasser. Leben.



Prozesswärme haben sektorübergreifend je Anteile von knapp 30 % bzw. gut 20 % am EEV. Mit großem Abstand folgen die Anwendungsbereiche Warmwasser und Kälteerzeugung.

In Bild 74 sind die dafür genutzten Energieträger zusammengestellt.

Erdgas ist dabei mit 36,1% die am häufigsten genutzte Energiequelle¹¹⁷

Bild 73. Gesamter Primärenergieverbrauch für Wärme und Kälte für das Jahr 2018

Der Wärmemarkt im Detail: Endenergieverbrauch nach Anwendungsbereichen und Sektoren

bdew
Energie. Wasser. Leben.

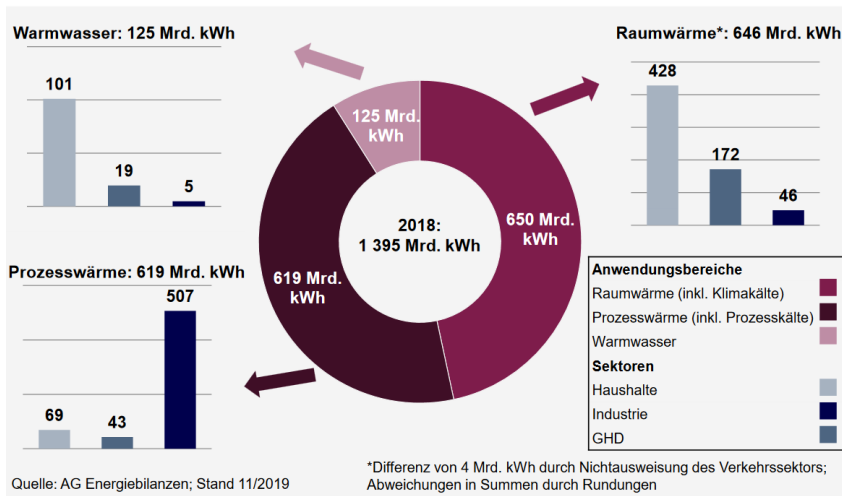


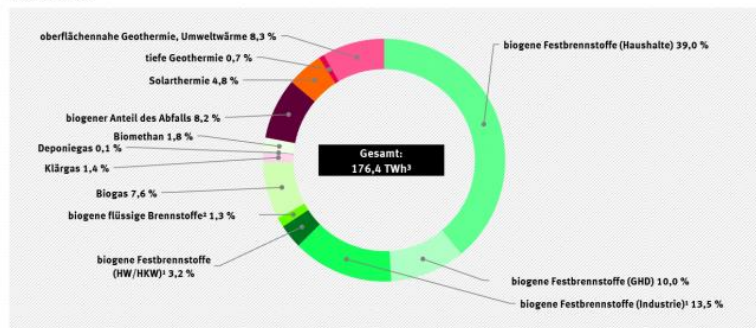
Bild 74. Endwärmeverbrauch nach Anwendungsbereichen¹¹⁷

¹¹⁷ https://www.bdew.de/media/documents/20200525_Waermeverbrauchsanalyse_Foliensatz_2020_daQSUCb.pdf

Im Jahr 2019 stellten die Netzbetreiber rund 176,4 Terawattstunden (TWh) Wärme aus regenerativen Quellen zur Verfügung. Bild 75 zeigt die Verteilung der einzelnen Anteile der regenerativen Wärmequellen¹¹⁸.

Wärmeverbrauch aus erneuerbaren Energien im Jahr 2019*

Anteile in Prozent



* inkl. Klärschlamm

¹ inkl. Biofestbrennstoffverbrauch in der Landwirtschaft, Baugewerbe und Militär

² 1 Tonne Methan (TWh) = 1 MWh, Klärschlamm (inkl.)

* vorläufige Angaben

Quelle: Umweltbundesamt (UBA) auf Basis AGEE-Stat, Stand 02/2020

Bild 75. Regenerative Wärmequellen und Wärmeverbrauch im Jahr 2019¹¹⁸

Quelle: Umweltbundesamt auf Basis AGEE-Stat, Stand 02/2020

In 2018 wurden von der gesamten Primärenergie 2 499 TWh allein in den Haushalten für Raumwärme 428 TWh (26%) und für Warmwasser 101 TWh (5%) benötigt. Für 2019 kann etwa der gleiche prozentuale Anteil von 31% der Primärenergie für Raumwärme und Warmwasser angenommen werden¹¹⁹. Die Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau zeigt Bild 76¹²⁰.

Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau¹⁾ in Deutschland: 10-Jahre-Rückblick bis heute

bdew
Energie. Wasser. Leben.

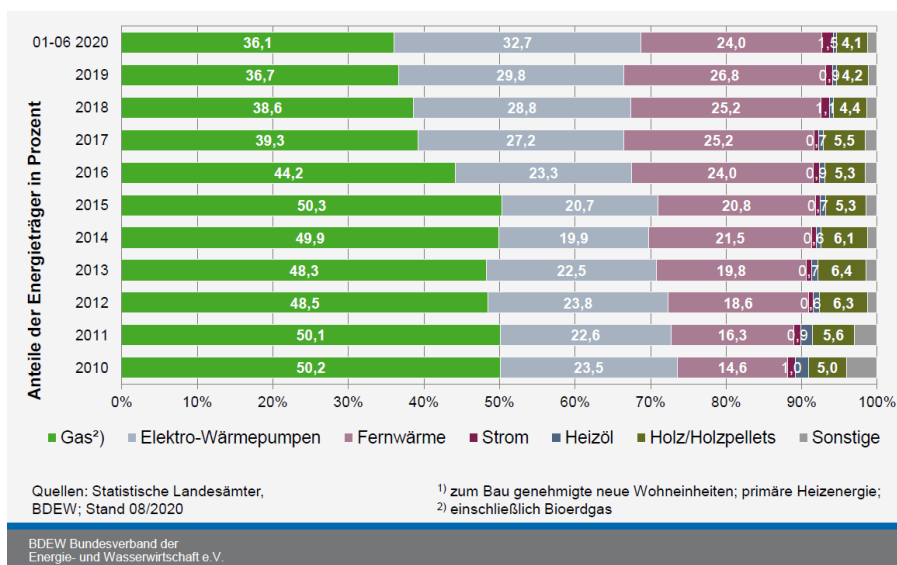


Bild 76. Entwicklung der Beheizungsstruktur im Wohnungsneubau¹²⁰

¹¹⁸ <https://www.umweltbundesamt.de/themen/klima-energie/erneuerbare-energien/erneuerbare-energien-in-zahlen?sprungmarke=waerme#waerme>

¹¹⁹ <https://ag-energiebilanzen.de/6-0-Primarenergieverbrauch.html>

¹²⁰ <https://www.bdew.de/service/daten-und-grafiken/entwicklung-beheizungsstruktur-wohnungsneubau/>

Im Newsletter 14/2016 beschrieb das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) die Zielvorstellung in Bezug auf die Wärmeversorgung, wie diese im Verlauf der Sektorkopplung auf regenerative Quellen umgestellt werden soll¹²¹.

Würde man nach diesen Zahlen allein die 529 TWh mit Erdgas erzeugte Energie für Raumwärme und Warmwasser zu 50% durch regenerative Quellen abdecken wollen, wäre eine zusätzliche elektrische Energie von 264,5 TWh erforderlich. Das ist fast die Hälfte des elektrischen Gesamtenergiebedarfs der Bundesrepublik, und dieser wird derzeit nur zu 41% regenerativ erzeugt. Als neues Problem würde sich dann auch die Volatilität auf die Wärmeversorgung übertragen, wobei aber Wärmespeicher leichter als Stromspeicher aufzubauen sind.

Das Prinzip »Power to Gas« nach Bild 77 besitzt das Potential einer Technik der Zukunft¹²². Mit dem Überschussstrom wird mittels Elektrolyse zunächst aus Wasser Wasserstoff (H_2) hergestellt, der dann mit Kohlendioxid (CO_2) zu synthetischem Methan (CH_4), also Erdgas, umgewandelt wird. Das synthetische Gas wird im Erdgasnetz verteilt und in Kavernen gespeichert, damit später mit Hilfe der Gaskraftwerke die erforderliche Regelleistung geliefert werden kann. Mit den verfügbaren Gaskavernen wären damit Langzeitspeicher und die Verteilinfrastruktur für das Gasnetz vorhanden.

Die direkte Einspeisung von Wasserstoff in das Erdgasnetz ist nur begrenzt zulässig, weil die Heizungsanlagen darauf nicht eingestellt sind.

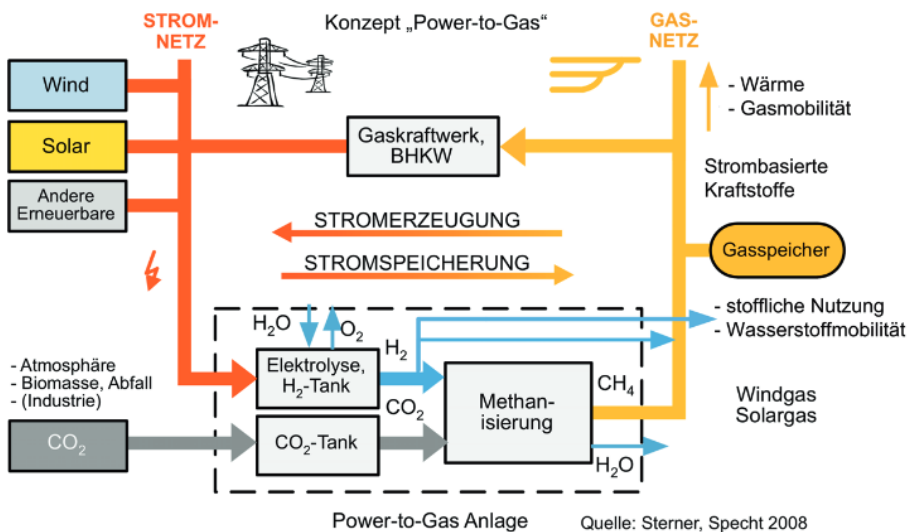


Bild 77. Prinzip einer »Power to Gas« Versorgung¹²²

Ein wirtschaftlicher Betrieb dieser Anlagen ist in Konkurrenz zu den derzeitigen Erdgaspreisen nicht absehbar. Allein für die Abdeckung der fehlenden Stromerzeugung in wind- und sonnenschwachen Zeiten wäre ein erheblicher Investitionsaufwand für die Elektrolyseure erforderlich. Für einen großflächigen Einstieg in diese Technik müsste das EEG so geändert werden, dass die Erzeuger von Überschussstrom diesen selbst in Gas wandeln und sich an der Finanzierung der erforderlichen Gaskraftwerke zur Rückverstromung anteilig beteiligen müssten. Geld wäre mit diesem Verfahren lange nicht zu verdienen (mehr im Kapitel 5.5.2).

¹²¹ <https://www.bmwi-energiewende.de/EWD/Redaktion/Newsletter/2016/14/Meldung/direkt-erklart.html>

¹²² https://www.oth-regensburg.de/fileadmin/media/professoren/ei/sterner/pdf/2013_Sterner_Energiekongress_Nuernberg.pdf

Seit der ersten Energieeinsparverordnung (EnEV 2020)¹²³ haben sich die energetischen Anforderungen nach **EnEV 2020** schrittweise verschärft, um Heizenergie einzusparen. Der Bundestag hat am **18.6.2020** beschlossen, die Energieeinsparverordnung (EnEV) und das Erneuerbare-Energien-Wärmegezet (EEWärmeG) in einem neuen Gesetz zusammenzufassen. Das "Gesetz zur Einsparung von **Energie** und zur Nutzung Erneuerbarer Energien zur Wärme- und Kälteerzeugung in Gebäuden (Gebäudeenergiegesetz - GEG)" wurde am **8.8.2020** veröffentlicht und tritt am 1. November **2020** in Kraft.

5.3 Wärmepumpen

Politik und Industrie ziehen an einem Strang und bieten hohe Fördersummen an. Da machen die beteiligten Unternehmen doch gerne mit. So wirbt die Heizungsfirma Viessmann für ihr Produkt¹²⁴: *»Wärmepumpen sind die erste Wahl, wenn es darum geht, Heizkostenersparnis und umweltschonende Wärmeerzeugung zusammenzubringen. Denn die Energie, die eine Wärmepumpenheizung nutzt, stellt die Umwelt unbegrenzt und kostenfrei zur Verfügung. Das vollwertige Heizsystem benötigt nur einen geringen Anteil Strom für den Antrieb und die Pumpe, um diese Energie nutzbar zu machen. Eine Wärmepumpe arbeitet unabhängig von fossilen Brennstoffen und trägt aktiv zur Reduktion des CO₂-Ausstoßes und zum Klimaschutz bei.*

Mit einer Kilowattstunde (kWh) elektrischer Energie werden ca. drei Kilowattstunden Wärme erzeugt. Wenn die elektrische kWh 30 Cent kostet, ergibt das für die thermische kWh 10 Cent. Bei einem Erdgaspreis von vier Cent pro kWh ist die Wärmepumpe 40% teurer!

Auch der Konkurrent Vaillant ist mit seiner Werbung dabei¹²⁵. Nach dem Motto: *Was kostet eine Wärmepumpe, wie wird sie gefördert?* wird informiert und geworben.

Michael Fabricius, Leitender Redakteur Immobilien bei der WELT, sieht das völlig anders, er zitiert Falk Auer¹²⁶: *Der 76-jährige Geophysiker und Ingenieur aus Lahr im Schwarzwald beschäftigt sich schon seit Jahrzehnten mit Fragen der Energieversorgung. Zusammen mit einigen Mitstreitern hat er ein »Wärmepumpen-Manifest« veröffentlicht, das in der Branche schon für einiges Aufsehen gesorgt hat.*

»Wir wenden uns gegen den massiven Einsatz von bis zu 15 Millionen Wärmepumpen, ohne dass dabei die Folgen bedacht werden«, sagt Auer. Kern der streitbaren Schrift: Wärmepumpen benötigen immer mehr Strom, den es aber nicht geben wird. Und auch nicht geben soll, denn eigentlich hat sich die Bundesregierung zum Ziel gesetzt, bis 2050 den Stromverbrauch um 25 Prozent zu senken. Zweiter Punkt: Vor allem die kostengünstigen und daher beliebten Luftwärmepumpen sind ineffizient. Auch dürfte die Ökostromversorgung im Winter nicht ausreichen, den Strombedarf für die Wärmepumpen abzudecken.

Doch solche Warnungen werden politisch nicht wahrgenommen.

Auch baurechtliche Einschränkungen können sich bei dem Ausbau der Wärmepumpenversorgung ergeben. Je nach Art der Wärmepumpe sind Einschränkungen in dicht bebauten Siedlungsgebieten zu beachten und auch der geforderte Leistungsanschluss ist nicht an jedem Punkt des Niederspannungsnetzes derzeit möglich^{127,128}.

¹²³ <https://www.enev-online.eu/>

¹²⁴ <https://www.viessmann.de/de/wohngebaeude/waermepumpe.html>

¹²⁵ https://www.vaillant.de/heizung/heizung-verstehen/technologie-verstehen/waermepumpe/#kosten_1

¹²⁶ <https://www.welt.de/finanzen/immobilien/plus200521700/Waermepumpen-Der-teure-Irrtum-von-der-perfekten-Oeko-Heizung.html>

¹²⁷ http://www.noel.gv.at/noel/Wasser/Broschuere_Erdwaermepumpen_2012_web_2.pdf

¹²⁸ <https://www.bauen.de/a/waermepumpe-wann-eine-genehmigung-noetig-ist.html>

5.4 Solarthermie im Einfamilienhaus

Der Beitrag der **Solarthermie** im Jahr 2018 betrug 8,9 TWh, das entspricht 2,1% von 428 TWh für Wärme und Warmwasser. Ein Großteil der im Hochsommer anfallenden Solarwärme kann aber dann nicht genutzt werden, weil Heizung ja nicht erforderlich ist. Das wird dabei ignoriert. Nach Einschätzung des Bundesumweltamtes gewann auch die Wärmebereitstellung aus Umweltwärme und **Geothermie** mit 2% an Bedeutung und lag mit 12,3 TWh um 9,1 % über der des Vorjahres. Viele Wissenschaftler sehen das Potential der Geothermie in Deutschland aber als erschöpft an (s. Kapitel 2.3.7).

Im Einfamilienhaus kann die Solarthermie sowohl zur Unterstützung der Heizung als auch ausschließlich zur Warmwasserbereitung eingesetzt werden. Eine momentan übliche Solarheizung kann jährlich etwa 20 bis 30 Prozent des Wärmebedarfs im Einfamilienhaus decken¹²⁹. Beide Varianten erweisen sich als rentabel, wenn für die Zukunft realistische Annahmen bezüglich der Entwicklung der Energiepreise gemacht werden (d.h. wenn die Strom- und Gaspreise entsprechend steigen). Im Zuge des Erneuerbare-Energien-Gesetzes ist es für Neubauten ab dem 01.01.2009 Pflicht, einen Teil der Wärme aus regenerativen Energien zu beziehen¹³⁰.

5.5 Verkehr

Der Verkehr bildet den dritten Sektor, der auf regenerative Energiequellen umgestellt werden soll. Alles nach der Forderung, CO₂ einzusparen, um das Klima und die Umwelt zu retten. Da bietet es sich auch gleich noch an, den Diesel mit zu verbieten, weil seine Stickoxid Abgaswerte (NO_x) über den willkürlich festgelegten Grenzwerten von 40 µg/m³ liegen. Doch welche Konsequenzen ergeben sich bei der Umsetzung dieser Forderungen? Was kann die Elektromobilität liefern, welche neuen Probleme entstehen bei der Energieversorgung?

Bereits 2007 erklärte die Bundesregierung im »**Integrierten Energie- und Klimaprogramm die Förderung der Elektromobilität**« zu einem entscheidenden Baustein für den Klimaschutz¹³¹.

2009 folgte mit dem »**Nationalen Entwicklungsplan Elektromobilität**« dann der maßgebliche Handlungsrahmen¹³².

5.5.1 Elektromobilität

Das »**Regierungsprogramm Elektromobilität**«¹³³ aus dem Jahr 2011 formulierte schließlich die bis heute maßgebliche Strategie und die zugehörigen Instrumente. Ziel ist, Deutschland zum Leitmarkt und Leitanbieter für Elektromobilität zu entwickeln. Förderprogramme siehe Kapitel 6.5.5.

Der Bund hat auf dem Auto-Gipfel im September 2017 mit Vertretern von Kommunen und Ländern den Mobilitätsfonds für die Kommunen auf eine Milliarde Euro aufgestockt. Mit dem Geld sollen Kommunen, die besonders stark von Stickoxid-Emissionen betroffen sind, die Infrastruktur für E-Mobilität verbessern und öffentliche Nahverkehrsangebote attraktiver machen. Das Geld stand bereits im laufenden Haushalt zur Verfügung. Das Gesetz zur

¹²⁹ <https://www.heizungsfinder.de/solarthermie/verwendung/einfamilienhaus>

¹³⁰ <https://www.solaranlage.eu/solarthermie/foerderung/eewaermeg>

¹³¹ <https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Textsammlungen/Industrie/integriertes-energie-und-klimaprogramm.html>

¹³² https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nep_09_bmu_bf.pdf

¹³³ [https://www.bmbf.de/files/programm_elektromobilitaet\(1\).pdf](https://www.bmbf.de/files/programm_elektromobilitaet(1).pdf)

steuerlichen *Förderung von Elektromobilität* im Straßenverkehr ist am 1. Januar 2017 in Kraft getreten¹³⁴.

Neben Änderungen im Bereich der Kraftfahrzeugsteuer sieht das *Gesetz* u.a. Steuerbefreiungen für vom Arbeitgeber gewährte Vorteile vor. Bis 2020 sollten eine Million Elektrofahrzeuge auf Deutschlands Straßen fahren. 2019 waren es 83 175 und 136 612 Fahrzeuge incl. der Hybridfahrzeuge bis September 2020¹³⁵.

Bis 2030 sollen es dann schon sechs Millionen sein. In der Bundesregierung sind vier Ministerien (BMWi, BMVI, BMUB und BMBF) zuständig, um die Elektromobilität zu intensivieren, zu unterstützen und zu fördern. Auch wird eine Vielzahl von Modellprojekten und Forschungsvorhaben initiiert¹³⁶.

Das Bundeskabinett hat am 31. Juli 2019 den Gesetzentwurf zur weiteren steuerlichen Förderung der Elektromobilität auf den Weg gebracht¹³⁷. Zum Erreichen der großen verkehrs- und klimapolitischen Herausforderungen muss sich die Mobilität verändern. Die Flexibilitätsanforderungen an die Arbeitnehmerinnen und *Arbeitnehmer* hin zu einem klimaschonenden Verhalten sind deshalb unausweichlich und sollen steuerlich gefördert werden.

Danach sollen eingeführt werden:

- steuerfreies Job-Ticket und Einführung einer Pauschalbesteuerung für Job-Tickets
- Dienstwagenbesteuerung – Verlängerung der Sonderregelung für Elektrofahrzeuge
- Sonderabschreibungen für Elektrolieferfahrzeuge
- Steuerbefreiung für Ladestrom und Pauschalbesteuerung für Ladevorrichtung
- Gewerbesteuerliche Erleichterungen bei Miete und Leasing von Elektrofahrzeugen
- Steuerbefreiung für betriebliche Fahrräder oder Elektrofahrräder.

Die Bundesregierung fördert den Kauf von Elektrofahrzeugen. Noch bis Ende 2020 können Interessierte dafür eine Kaufprämie - auch Umweltbonus genannt - erhalten. Anträge sind beim Bundesamt für Wirtschaft und Ausfuhrkontrolle zu stellen.

Was und wo das BMUB fördert, ist auf www.erneuerbar-mobil.de zu sehen.

Umfassende Zuschüsse zur Verbesserung der Ladeinfrastruktur sind ebenso vorgesehen. Ein Beispiel für ein ausgeschriebenes Förderprogramm ist das nachstehende Thema: ***Erschließung des Klima- und Umweltvorteils von Elektrofahrzeugen sowie Verfahren zur Verbesserung von Ladekomfort, Verfügbarkeit und Auslastung von Ladeinfrastruktur.***

Dazu wird ausgeführt: ***»Die zunehmende Elektrifizierung des Verkehrssektors bietet Potentiale für die Verschiebung und Zuschaltung von Lasten, um das fluktuierende Angebot aus erneuerbaren Energien effizient auszugleichen.«***

Bild 78 vergleicht die CO₂-Emissionen neu zugelassener Fahrzeuge über ihren gesamten Lebenszyklus. Für das Jahr 2025 wird eine Reduktion der CO₂-Emissionen von 32% durch Elektrofahrzeuge angestrebt¹³⁸.

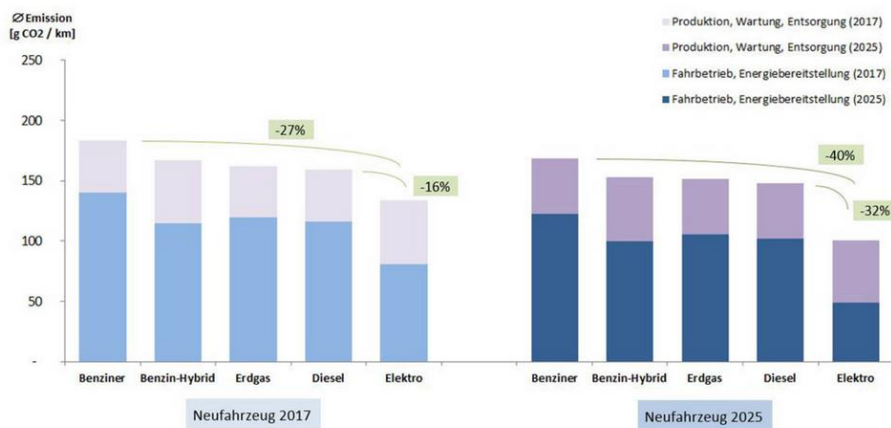
¹³⁴ <http://dipbt.bundestag.de/extrakt/ba/WP18/745/74564.html>

¹³⁵ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/265995/umfrage/anzahl-der-elektroautos-in-deutschland/>

¹³⁶ <https://www.bmvi.de/DE/Themen/Mobilitaet/Elektromobilitaet/Elektromobilitaet-kompakt/elektromobilitaet-kompakt.html>

¹³⁷ <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Standardartikel/Themen/Steuern/2019-07-31-steuerliche-foerderung-elektromobilitaet.html>

¹³⁸ https://www.bmu.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Verkehr/emob_umweltbilanz_2019_bf.pdf



© BMU: Kohlenstoffdioxid-Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus, links für ein Fahrzeug, das 2017 neu zugelassen wird, rechts für eines, das 2025 neu auf die Straße kommt.

Bild 78. Kohlenstoffdioxid-Emissionen pro Fahrzeugkilometer über den gesamten Lebenszyklus¹³⁸

Das Fraunhofer Institut IAO entwickelte drei Szenarien, wie sich die Technologietrends Elektrifizierung, Automatisierung und Vernetzung von Fahrzeugen bis ins Jahr 2030 entwickeln könnten. In einem disruptiven Szenario wird die hundertprozentige Neuzulassung von Elektrofahrzeugen im Jahr 2030 angenommen, auch wenn dies von keinem Experten der Branche ernsthaft erwartet wird¹³⁹.

Die Studie wurde von der Staatskanzlei des Saarlandes und von der Europäischen Union gefördert. Projektpartner war das **Institut der deutschen Wirtschaft Köln e.V. (IW)** mit Sitz in Köln und Büros in Berlin und Brüssel. Frau Prof. Dr. Claudia Kemfert stellte am 23.11.2017 in Berlin das Sondergutachten des Sachverständigenrates für Umweltfragen (SRU) vor und sagte: »Der Verkehrssektor hat bisher keinen Beitrag zur Senkung der Treibhausgasemissionen geleistet« und »Die Elektromobilität ist hocheffizient und marktreif. Wir müssen jetzt zügig umsteigen.« Danach sollen im Jahr 2025 mindestens 25 % aller neuen Pkw und leichten Nutzfahrzeuge mit einem elektrischen Antrieb ausgestattet sein und ab 2030 sogar 50%¹⁴⁰ [Sondergutachten Seite 17].

Prof. Dr. Claudia Kemfert ist Professorin für Umweltökonomie an der Humboldt-Universität zu Berlin. Seit April 2004 leitet sie die Abteilung Energie, Verkehr, Umwelt am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung (DIW Berlin) und ist zuständig für den Bereich Wirtschaftswissenschaften, Energie und Klimaschutz. Frau Kemfert hat in Oldenburg Betriebswirtschaft studiert.

Am 17. April 2018 veröffentlichte die EU die **VERORDNUNG (EU) 2019/631 zur Festsetzung von CO₂-Emissionsnormen für neue Personenkraftwagen und für neue leichte Nutzfahrzeuge**¹⁴¹.

Darin wird gefordert:

Artikel (1) Absatz (2)

Ab dem 1. Januar 2020 legt diese Verordnung für den CO₂-Emissionsdurchschnitt von in der Union zugelassenen neuen Personenkraftwagen bzw. neuen leichten Nutzfahrzeugen,

¹³⁹ <https://www.iao.fraunhofer.de/lang-de/presse-und-medien/aktuelles/1965-zukunftsstudie-zum-autoland-saarland-veroeffentlicht.html>

¹⁴⁰ <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/011/1901100.pdf>

¹⁴¹ <https://eur-lex.europa.eu/legal-content/DE/TXT/PDF/?uri=CELEX:32019R0631&from=EN>

wie er bis zum 31. Dezember 2020 nach Maßgabe der Verordnung (EG) Nr. 692/2008 in Verbindung mit den Durchführungsverordnungen (EU) 2017/1152 und (EU) 2017/1153 sowie ab dem 1. Januar 2021 nach Maßgabe der Verordnung (EU) 2017/1151 gemessen wird, einen **für die gesamte EU-Flotte geltenden Zielwert von 95 g CO₂/km** bzw. 147 g CO₂/km fest. **95 g CO₂/km** gelten für die Zeit vom 01.01.2020 bis 31.12.2024 für alle Neuzulassungen.

Artikel (1) Absatz (4)

Ab dem 1. Januar 2025 bis 31.12.2029 sollen die durchschnittlichen Emissionen einer Flotte um 15% reduziert werden, das wären **zulässige 80,8 g CO₂/km**.

Ab 1. Januar 2030 gilt dann eine weitere Reduktion um 37%, das wären **zulässige 60 g CO₂/km**.

Dieser Wert ist mit Verbrennungsmotoren technisch nicht realisierbar.

Deshalb muss im Flottenverbrauch die Anzahl der Elektroantriebe massiv erhöht werden.

Ob die Verkaufszahlen mit der Kaufprämie für ein Elektromobil erheblich gesteigert werden können, ist jedoch sehr fraglich. Porsche sieht das mit seinen Preiskategorien für den Taycan sicher anders. Die technischen Angaben für dieses Auto sind aber beeindruckend:

Abmessungen: 4963 mm L x 1966 mm B x 1378-1.381 mm H,
Ladevolumen: 447 l,
Fahrzeuggewicht: 2370 bis 2380 kg, Motorleistung: 680 bis 761 PS
Beschleunigung 0-100 km/h: 2,8 bis 3,2 Sekunden

Es ist aber anzunehmen, dass mit einer unverbindlichen Verkaufspreisempfehlung ab 152 136 € sicher nicht die breite Öffentlichkeit angesprochen werden soll, aber Luxus verkauft sich immer gut. So schreibt Focus am 24.09.2020: **Taycan schlägt 911: Elektrolimousine jetzt meistverkaufter Porsche in Europa!**

Auch die anderen Hersteller setzen eher auf Luxus. So der **AUDI e-tron** als Luxus SUV mit Preisen oberhalb von 80 000 € oder auch der **BMW i8** Coupé Roadster mit einer unverbindlichen Preisempfehlung ab 138 000 €.

Volkswagen und Mercedes wollen ab 2030 fünfzig Prozent ihrer Fahrzeuge mit Elektroantrieb ausstatten. Doch die in 2020 neu auf den Markt kommenden kleineren Modelle kämpfen insbesondere mit den im Winter erreichbaren Aktionsradien.

Es wird dabei als selbstverständlich vorausgesetzt, dass Elektromobile das Klima schützen. Dass derzeit nur gut 40% der elektrischen Energie aus regenerativen Quellen stammt und zudem immer wieder Zeiten auftreten, in denen der regenerative Anteil vernachlässigbar klein ist, spielt keine Rolle.

Der **Nationale Entwicklungsplan Elektromobilität**¹⁴² hat sich das Ziel gesetzt, Deutschland zum Leitanbieter und Leitmarkt für Elektromobilität zu entwickeln. *Elektromobilität ist ein Schlüssel zur nachhaltigen Umgestaltung von Mobilität: klima- und umweltfreundlich, ressourcenschonend und effizient.*

Keines dieser Projekte geht jedoch den kritischen Fragen nach:

- Wieviel **zusätzliche elektrische Leistung** muss verfügbar sein?
- **Wie kann die Leistung großflächig verteilt werden?**

¹⁴² https://www.bmu.de/fileadmin/bmu-import/files/pdfs/allgemein/application/pdf/nep_09_bmu_bf.pdf

»Die Herausforderung ist Leistung ...nicht Energie «, konstatierte Armin Gaul-von der Firma innogy SE am 2. Mai 2017¹⁴³.

Der zusätzliche Energiebedarf aller deutschen Fahrzeuge von ca. 90 -100 TWh bedeutet kein Problem für die Niederspannungsnetze, falls die Energie gesteuert bezogen wird. Aber: Gleichzeitige Ladevorgänge mit der gewünschten Ladeleistung können auch die leistungsfähigen deutschen Energienetze gefährden.

Die Nutzung von Ladeoptimierungen ist oft günstiger als der Netzausbau:

Die Verfügbarkeit hoher Ladeleistungen zu jeder Zeit verursacht zusätzliche Kosten:

• Kosten für Netzinfrastruktur - S/LS-Transformator (630 kVA)	40.000 €
Kabel (5-6, Länge insgesamt 1,8 km)	<u>180.000 €</u>
Summe	220.000 €

Das sind ca. 500 € pro kW zu installierender Leistung.

- Zusätzliche Kosten entstehen im Mittel- und Hochspannungsnetz.
- Ein Ausbau des Niederspannungsnetzes für 22 kW gesicherte Leistung kostet demzufolge ca. 11.000 €.

Die Mehrheit der E-Mobil Besitzer hat eine Garage und möchte auch zu Hause laden. Vorstellungen, mit einem Smart Grid die Nachfrage nach Ladeleistung steuern zu wollen oder die Lösung darin zu sehen, dass mit induktiven Ladeverfahren der Akku viel schneller geladen werden kann, sind utopisch und realitätsfern. Es wird in keinem Fall erwähnt, dass die Hersteller der Elektromobile die Anzahl möglicher Schnellladevorgänge begrenzen, weil sonst die Lebensdauer des Akkus reduziert würde.

Wenn Tesla damit wirbt, dass in zehn Minuten 85 % Speicherkapazität geladen werden kann, wird aber nicht darauf hingewiesen, dass bei einem 100 kWh-Akku mit einer Batteriespannung von 500 V ein Ladestrom von 1020 A fließen muss. Schnellladestationen liefern diesen Strom aus einem eigenen Akku. Für einen normalen Lade-Netzanschluss in einer Garage sollte eine Leistung von 22 kW vorgesehen werden, was einer normalen Versorgung von Einfamilienhäusern entspricht. Diese zusätzliche hohe Anschlussleistung ist im Niederspannungsnetz mit den derzeit verfügbaren Leitungen und Niederspannungstransformatoren großflächig nicht realisierbar. Das Niederspannungsnetz müsste erheblich mit weiteren Trafostationen und neuen Leitungen ausgebaut werden. Im Endeffekt bedeutet das, dass die für den Verkehrssektor bestehende Energieversorgungsinfrastruktur mit Tankstellen aufgegeben werden müsste, um dafür eine neue elektrische Infrastruktur aufzubauen.

Völlig unübersichtlich ist der Tarif-Dschungel an öffentlichen Ladestationen. Je nach Ladeleistung von 15 kW, 40 kW bis 75 kW und Lade App der verschiedenen Leistungsanbieter schwankt der Standardpreis zwischen 3,75 bis 36,75 Cent pro kWh. Viellader erhalten dagegen einen günstigeren Preis; sie zahlen zwischen 0,25 bis 0,49 Cent pro kWh¹⁴⁴.

Der ADAC hat die Stromverluste beim Laden von Elektroautos gemessen. Bis zu 25 Prozent je Fahrzeugtyp gehen zwischen Bordcomputer, Batterie und Ladestation verloren. Bei Schnellladevorgängen ist der Verlust noch höher.

Die überwiegende Anzahl der Laternenparker bekäme ein enormes Ladeproblem, das auch nicht mit der utopischen Vorstellung einer induktiven Lademöglichkeit auf den Straßen abgetan wäre.

¹⁴³ https://www.ptb.de/cms/fileadmin/internet/dienstleistungen/vollversammlung/VV2017-05/7_Gaul.pdf

¹⁴⁴ https://www.mobilityhouse.com/de_de/ratgeber/elektroauto-oeffentlich-laden-welcher-ladetarif-ist-der-richtige-fuer-mich#abrechnungssysteme

So zitierte das Handelsblatt im März 2018 unter dem Titel **Blackout-Gefahr durch Elektroautos**, wie groß der Handlungsbedarf für das Niederspannungsnetz aufgrund des Booms von Elektroautos ist¹⁴⁵.

Die Unternehmensberatung Oliver Wyman stellte gemeinsam mit der TU München fest¹⁴⁶: *»Bereits ab einer E-Auto-Quote von 30 Prozent wird es ohne Gegenmaßnahmen zu flächen-deckenden Stromausfällen kommen«*. Schlimmer noch: *»Punktuell werden schon in den kommenden fünf bis zehn Jahren Versorgungsengpässe entstehen, etwa in suburbanen Gebieten mit einer höheren Affinität zur Elektromobilität.«* Im Klartext heißt das: Steuern Politik und Netzbetreiber nicht gegen, werden E-Autos zur Blackout-Gefahr – erst in den Speckgürteln um Städte wie München, Frankfurt oder Berlin, später sogar bundesweit. Dabei ist nicht der Energiebedarf das Problem, sondern der hohe und gleichzeitige Ladestrom. Erhebungen der Nationalen Plattform Elektromobilität zeigen, dass E-Autos zu 80 Prozent zu Hause oder am Arbeitsplatz geladen werden. *»Wenn alle gleichzeitig um 20 Uhr ihr Auto mit Strom volltanken wollen, knallt es im Netz«*, warnt Thomas Fritz.

Oliver Wyman kalkuliert mit einem Bedarf von bis zu elf Milliarden Euro, die innerhalb von eineinhalb Jahrzehnten in die Ertüchtigung des Netzes gesteckt werden müssten. Innogy-Vorständin Hildegard Müller hält das für plausibel. Bis 2030 hält sie Investitionen von etwa »einer Milliarde Euro pro Jahr für nötig«.

FOCUS-Online-Redakteur Sebastian Viehmann schrieb am 26.11.2019¹⁴⁷:

Drohende Überlastung der Stromnetze

Ab 2021 könnte Strom für Elektroautos rationiert werden!

Stromnetzbetreiber aus mehreren EU-Ländern wollen ab 2021 den Ladestrom an privaten Ladestationen beschränken; d.h. der Strom wird rationiert. Statt 11 bis 22 kW an einer leistungsfähigen Wallbox werden dann zum Beispiel nur 5 kW bereitgestellt. Die Ladezeiten an der hauseigenen Steckdose verlängern sich deutlich, damit es zu Spitzenzeiten nicht zur Überlastung der Verteilernetze kommt.

Man redet sich die Welt selbst schön. So wurde im Edison-Newsletter vom 18.10.2019 verkündet:

Verkehrswende schafft 255.000 Jobs in der Energiebranche. *Der Bundesverband E-Mobilität (BEM) sieht den erwarteten Hochlauf der Elektromobilität als Jobmotor für die Energiewirtschaft. Der Ausbau der öffentlich zugänglichen Ladeinfrastruktur soll einer hauseigenen Studie des Verbands in den kommenden zehn Jahren bis zu 255.000 neue Arbeitsplätze schaffen, teilte der BEM mit. Neue Jobs in der Automobilindustrie sowie in der Batterieherstellung seien in dieser Prognose nicht berücksichtigt, betonte der Verband¹⁴⁸.*

Wieviele Arbeitsplätze in der Energiewirtschaft und Automobilwirtschaft inzwischen abgebaut wurden und künftig weiter abgebaut werden, wird nicht erwähnt.

So schrieb das Handelsblatt am 13. Januar 2020¹⁴⁹: *Umstellung auf E-Mobilität gefährdet 410.000 Arbeitsplätze... Durch die Umstellung auf die Elektromobilität sind in Deutschland bis zum Jahr 2030 rund 410.000 Arbeitsplätze gefährdet. Allein in der Produktion des*

¹⁴⁵ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/boom-belastet-stromnetz-blackout-gefahr-durch-elektroautos/20866160.html?ticket=ST-1309446-tsTVnGe3zgO4fnYkJKVN-ap3>

¹⁴⁶ https://www.oliverwyman.de/content/dam/oliver-wyman/v2-de/publications/2018/Jan/2018_OliverWyman_E-MobilityBlackout.pdf

¹⁴⁷ https://www.focus.de/auto/elektroauto/drohende-ueberlastung-der-stromnetze-ab-2021-koennte-strom-fuer-elektroautos-rationiert-werden_id_11388030.html

¹⁴⁸ <https://edison.media/erklaren/verkehrswende-schafft-255-000-jobs-in-der-energiebranche/25116630.html>

¹⁴⁹ <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/autoindustrie-umstellung-auf-e-mobilitaet-gefaehrdet-410-000-arbeitsplaetze/25405230.html?ticket=ST-1177825-7NMAqZGecrkoGpMRPH90-ap5>

Antriebsstrangs, also bei Motoren und Getrieben, könnten bis zu 88.000 Stellen wegfallen, hieß es in einem Bericht der Nationalen Plattform Zukunft der Mobilität (NPM), der dem Handelsblatt vorlag.

Ein neues Konzept stellt der österreichische Ingenieur Frank Obrist vor. Er hat ein TESLA Model 3 ausgeweitet und zu einen Plug-in-Hybrid umgebaut. In den vorderen Kofferraum steckte er einen kleinen Benzinmotor, die Original-Batterie mit der üppigen Kapazität von rund 50 Kilowattstunden ersetzte er durch einen viel kleineren Lithiumionen-Akku. Der so modifizierte Tesla kommt rein elektrisch nur noch 100 Kilometer weit, schafft aber dank des Verbrenners Distanzen von insgesamt 1000 Kilometern ohne Tank- und Ladestopp. Quelle: EDISON Newsletter vom 10.01.2020.

Dieses Konzept wurde schon Ende der 60ziger Jahre von der Robert Bosch GmbH für Hybridbusse entwickelt. Gemeinsam mit Bosch, MAN und VARTA stellte RWE im Jahr 1970 einen elektrisch angetriebenen Bus nach Bild 79 vor. Die Rheinbahn startete 1974 in Mönchengladbach dann die erste reguläre E-Bus-Linie. Moderne Wechselrichter gab es zu der Zeit noch nicht. Der Akku wurde im Anhänger mitgeführt, der Austausch des leeren Hängers dauerte wenige Minuten. Mit alter Elektronik, Diesel- und Gleichstrommotor fuhr der Bus einige Jahre im Linienverkehr.



Bild 79. Erster voll elektrisch angetriebener Hybrid-Bus (Quelle: privat)

Die Reichweite von Elektroautos ist immer ein Thema. So schreibt die Zeitschrift *efahrer.com* Chip.de: *Reichweiten-Rekord: Deutsche fahren über 1000 km Tesla mit nur einer Akkuladung*¹⁵⁰. **Der Haken an der Sache aber war:** *Damit der Stromer wirklich so weit kommt, mussten die Tester auf einiges verzichten. Auf Geschwindigkeit zum Beispiel. Der Schnitt des Model S lag bei exakt 38 km/h, so dass die Rekordfahrt 30 Stunden dauerte. Auch alle Komfortsysteme wie Klimaanlage und Radio mussten ausgestellt werden. Fünf Fahrer wechselten sich bei der extremen Schleichfahrt ab.*

Weitere Fördermaßnahmen betreffen den LKW-Verkehr. So sollen auf Autobahnen Oberleitungen Lastkraftwagen mit Ladestrom versorgen¹⁵¹. Auf inzwischen drei Autobahnteststrecken sollen so die Antriebstechnik und die Stromabnehmer im Fahrzeug getestet werden. Auch sollen die erforderlichen Verkehrssteuerungssysteme entwickelt werden

¹⁵⁰ https://efahrer.chip.de/news/neue-rekord-reichweite-bei-elektroautos-von-1000-km-mit-tesla_10292

¹⁵¹ <https://press.siemens.com/global/de/feature/ehighway-loesungen-fuer-den-elektrifizierten-strassengueterverkehr>



Bild 80. Praxistest von Oberleitungs-Lkw auf Autobahnen (Bild Siemens)¹⁵¹

Das Murgtal wird bundesweit die dritte Teststrecke für Hybrid-Lkw auf Straßen. Genehmigt wurden bereits eine Strecke auf der A1 zum Lübecker Hafen in Schleswig-Holstein und der A5-Abschnitt zwischen dem Gewerbegebiet Darmstadt/Nord und dem Flughafen in Frankfurt.

5.5.2 Der Weg in die Wasserstoff-Gesellschaft

Eine realistische Alternative zu reinen Elektrofahrzeugen bietet das schon erwähnte Power to Gas-Verfahren. Aus regenerativen Quellen wird Wasserstoff und daraus Erdgas oder flüssiger Kraftstoff erzeugt. Die erforderliche Infrastruktur, einschließlich der Speicher, wäre vorhanden. Der Sachverständigenrat für Umweltfragen (SRU) schlägt für das Jahr 2025 eine verbindliche Quote für den Anteil rein elektrischer Fahrzeuge (d.h. batterieelektrische, PluginHybrid- und Brennstoffzellenfahrzeuge) bei den Neuwagenzulassungen in Höhe von mindestens 25 % vor. Zudem sollte eine Erhöhung der Quote auf mindestens 50 % bis 2030 bereits heute festgeschrieben werden¹⁵².

Auch der langjährige Linde-Manager Wolfgang Reitzle sagte in einem Interview mit Gabor Steingart¹⁵³: »Wir bewegen uns in eine Wasserstoff-Gesellschaft hinein«... Die Volksrepublik China hat die staatliche Förderung für Elektrofahrzeuge ausgesetzt.

China hat offensichtlich, im Gegensatz zu Europa, erkannt, dass E-Mobilität nur dann einen positiven Beitrag fürs Klima leisten kann, wenn CO₂-freier Strom zur Verfügung steht....

Die Politiker glauben zu wissen, was wir jetzt brauchen und zwingen über die Gesetzgebung eine Technologie, die nicht wirklich massentauglich ist, in den Markt. Zudem bringt sie dem Klimaschutz nichts, solange der Strommix in Europa so schmutzig ist. Damit ist ein Elektrofahrzeug mitnichten ein Null-Emissionsfahrzeug – wie von den EU-Behörden irreführenderweise gesetzlich festgelegt wurde. China wird sich mit dieser klugen Entscheidung für Technologieoffenheit gegenüber Europa einen großen Wettbewerbsvorteil für die Mobilität der Zukunft sichern. Europa dagegen wird mit dieser zu schnell erzwungenen Technologiefestlegung nur Wohlstandsverluste bewirken und dabei dem Klima nicht helfen.

Das Fraunhofer Institut ISE schreibt in der Studie »Aktuelle Fakten zur Photovoltaik« auf Seite 72 dazu¹⁵⁴: Die elektrolytische Umwandlung von überschüssigem Sonnen- und

¹⁵² <https://www.pv-magazine.de/2018/04/04/sru-empfeilt-quote-fuer-elektrofahrzeuge-ab-2025/>

¹⁵³ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus204533306/Wolfgang-Reitzle-Mobilitaet-der-Zukunft-muss-technologieoffen-sein.html>

¹⁵⁴ <https://www.pv-magazine.de/2018/04/04/sru-empfeilt-quote-fuer-elektrofahrzeuge-ab-2025/>

Windstrom in Wasserstoff, ggf. mit anschließender Methanisierung und Weiterverarbeitung zu synthetischen Flüssigkraftstoffen, befindet sich in der Skalierung und Erprobung. Hochtemperatur-Elektrolyseure erreichen einen Wirkungsgrad über 80%, zusätzliche Energie wird ggf. für Gaskompression, Verflüssigung und folgende Syntheseschritte benötigt. Im April 2019 waren Elektrolyseure mit einer Gesamtleistung von rund 30 MW am Netz, in Planung waren 273 MW.

Soll allein die über längere Zeit stark schwankende Einspeisung von Wind- und Solaranlagen mit »grünem« Gas ausgeglichen werden, prognostiziert der Verein des Gas- und Wasserfachs (DVGW) für 2030 eine Ausbaulücke von fehlenden Elektrolyseuren für 70 bis 100 TWh. Bei der H₂-Elektrolyse liegt der Wirkungsgrad bei maximal 79%, bei Power to Methan leicht darunter.

Quelle: Gegen die fluktuierende Einspeisung-VDI-Nachrichten vom 10.01.2020

Mit Power to Liquid steht eine weitere Prozesskette zur Verfügung, um CO₂-neutral synthetische Kraftstoffe herzustellen. Die VDI-Gesellschaft Energie und Umwelt arbeitet seit November 2019 an einer neuen Richtlinie zu Power-to X, um die verschiedenen Prozessschritte regeltechnisch zu begleiten. Quelle: Die Batteriealternative VDI-Nachrichten vom 10.01.2020.

Günter Schiller vom Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Stuttgart gibt einen ausführlichen Überblick über die Verfahren der Wasserelektrolyse und Forschungsergebnisse sowie Forschungsbedarf bei der alkalischen Elektrolyse¹⁵⁵.

Bild 81 stellt Merkmale und Kennzahlen verschiedener Verfahren zusammen. Den höchsten Wirkungsgrad hat die alkalische Elektrolyse mit 36%.

Parameter	Einheit	Alkalische Elektrolyse	Fortgeschr. Alkalische Elektrolyse	Membran-Elektrolyse	HT-Elektrolyse (autothermisch)	HT-Elektrolyse allothermisch
Temperatur	°C	80	90-120	120	900	900
Druck	bar	15	30	30	20	20
elektrische Energie	kWh _{el} /Nm ³ H ₂	4,6	4,0	4,0	3,2	2,6
NT-Wärme	kWh _{el} /Nm ³ H ₂				0,6	0,5
NT-Wärme	kWh _{el} /Nm ³ H ₂				0,6	0,5
Primärenergie*	kWh/Nm ³ H ₂	12,8	11,1	11,1	9,6	8,6

* $\eta_{el} = 36\%$, $\eta_{th} = 90\%$, $\eta_{Erdgas} = 90\%$, (1Nm₃-H₂ = 3 kWh(HU))

Bild 81. Merkmale und Kennzahlen der verschiedenen Elektrolyseverfahren¹⁵⁵

Bild 82 zeigt die Wirkungsweisen der verschiedenen Elektrolyseverfahren¹⁵⁵.

¹⁵⁵ https://elib.dlr.de/75764/1/Wasserelektrolyse_Ulmer_Gespr%C3%A4ch_3.5.2012_GS.pdf

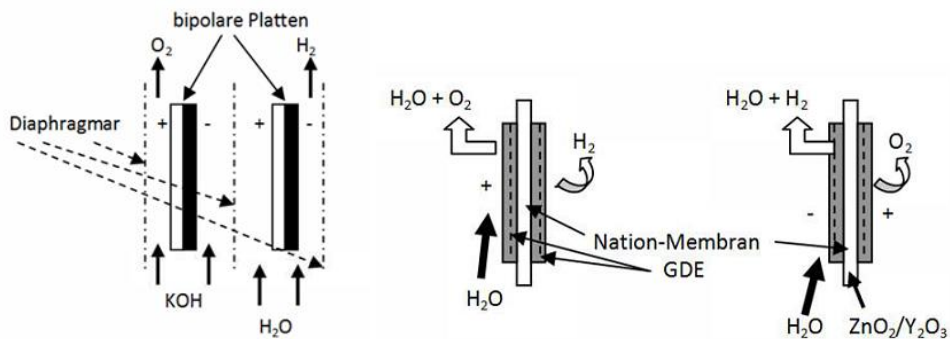


Bild 82. Prinzipielle Wirkungsweisen der verschiedenen Elektrolyseverfahren¹⁵⁵

Quelle: V. M. Schmidt, Elektrochemische Verfahrenstechnik

Alkalische Elektrolyse	OH ⁻ -ionenleitender flüssiger Elektrolyt, mit typisch 80°C
Membranelektrolyse	H ⁺ -ionenleitende Membran
HT-Dampfelektrolyse	O ²⁻ -leitender Festelektrolyt, 800°C – 900°C

In der Zusammenfassung schreibt Günter Schiller¹⁵⁵ [Seite 42]:

- *Wasserstoffherstellung mittels Elektrolyse ist aufgrund ihrer Flexibilität, Dynamik und Modularität am besten geeignet für die Kopplung mit fluktuierender Windenergie oder Solarenergie.*
- *Herstellung mittels Elektrolyse ist ein im Vergleich zu der Herstellung aus Erdgas teures Verfahren.*
- *Sowohl alkalische Wasserelektrolyse als auch die PEM-Wasser-Elektrolyse erfüllen die Anforderungen des intermittierenden Betriebes; die alkalische Technologie ist erprobt im MW-Maßstab und hat Robustheit im »realen« Industriebetrieb bewiesen.*
- *Die PEM-Elektrolyse und die HT-Dampfelektrolyse haben größeres Potential bezüglich Effizienzsteigerung, liegen aber in ihrer Reife noch beträchtlich hinter der alkalischen Elektrolyse, insbesondere was Anlagengrößen und Kosten angeht.*

Alternativ zu Akkumulatoren kann Wasserstoff als Energieträger größere Energiemengen speichern. Dafür ist aber ein sehr hoher Druck von ca. 700 bis 800 bar erforderlich.

Metallhydridspeicher¹⁵⁶ sind Speicher für gasförmigen Wasserstoff. Bei niedrigem Druck und leichter Wärmezufuhr bildet sich aus dem Metall und dem Wasserstoff eine Verbindung, das Metallhydrid, so dass wesentlich größere Mengen Wasserstoff bei geringem Druck gespeichert werden können.

2019 wurden in Deutschland nur zwei PKW Modelle angeboten, 2020 waren es dann schon drei mit einer Brennstoffzelle, und auch in 2020 wurde in Deutschland die 100. Wasserstofftankstelle eröffnet.

Im September 2018 nahm ALSTOM den ersten Brennstoffzellen-Zug auf der Strecke Bremervörde, Cuxhaven, Bremerhaven und Buxtehude in Pilotbetrieb, bisher mit gutem Erfolg und Planung für weitere Züge.

¹⁵⁶ <http://daten.didaktikchemie.uni-bayreuth.de/umat/metallhydrid/metallhydrid.htm>

Prof. Dr. André Thess, Universität Stuttgart, sieht für 2050 die Zukunft der Antriebe zu jeweils einem Drittel elektrisch mit Akku und elektrisch mit Brennstoffzelle und als drittes den Verbrennungsmotor mit synthetischem Kraftstoff (Welt 22.01.2020)»Diese Rechnung beendet das Märchen vom unverzichtbaren E-Auto«. Eine weitere Option kann auch der Erdgasantrieb sein, wenn aus Wasserstoff Methan hergestellt wird.

Es mehren sich inzwischen aber auch kritische Veröffentlichungen zur Wasserstoffwirtschaft. So schreibt das Leibniz Institut¹⁵⁷:

Wasserstoff löst keine Energieprobleme,

Wasserstoff ist lediglich ein Energieträger, dessen Herstellung, Verteilung und Nutzung enorm viel Energie verschlingt. Selbst mit effizienten Brennstoffzellen ist nur ein Viertel des ursprünglichen Energieinputs zurück zu gewinnen.

Seine Nachteile sind die zu geringe Energiedichte (flüssiger Wasserstoff hat nur 35% der Energieintensität von flüssigem CH₄ pro m³); er ist zu teuer und zu gefährlich.

»Der Betrieb von Power-to-Gas-Anlagen ist – außerhalb spezieller Nischen – nicht kommerziell abzubilden«, sagt der stellvertretende Vorstandsvorsitzende der Mainzer Stadtwerke, Tobias Brosze. Und Marc Grünewald von MAN Energy Solution fügt hinzu »Ein reiner Capex-Zuschuss reicht nicht aus, um PTX marktfähig zu machen. Solange fossile Produkte günstiger hergestellt werden können, investiert niemand. Klar ist auch, dass PTG- und PTL-Endprodukte aufgrund des zusätzlichen Bedarfs an Ökostrom künftig auch aus sonnen- und windreichen Ländern importiert werden müssen«.

Mit einem durchschnittlichen Kilowattstundenpreis für Windstrom in 2020 von 6,29 Cent/kWh, der sich auf der Grundlage der Ausschreibungsvorgaben der BNetzA von 2019 künftig bei 4,63 Cent/kWh einstellen könnte, ergibt sich ein Preis für die daraus erzeugte Kilowattstunde Wasserstoff von 7,9 bis 5,8 Cent/kWh unter Berücksichtigung eines Wirkungsgrades von 80%. Dieser Preis ist etwa doppelt so hoch, wie global für eine

Kilowattstunde Erdgas bezahlt werden muss. Nach Bild 83 lag der Preis in 2019 dafür zwischen 3 und 1,5 Cent/kWh. Bei den riesigen weltweiten Erdgasvorräten wird sich an diesen Einkaufspreisen sicherlich nicht viel ändern (s. Erdgas Börse)¹⁵⁸.

■ Erdgas NYMEX Rolling (Rohstoffe Indikation) (in EUR)
■ GD 200 Tage



Bild 83. Preisentwicklung für Erdgas in EURO

¹⁵⁷ https://leibniz-institut.de/archiv/bossel_16_12_10.pdf

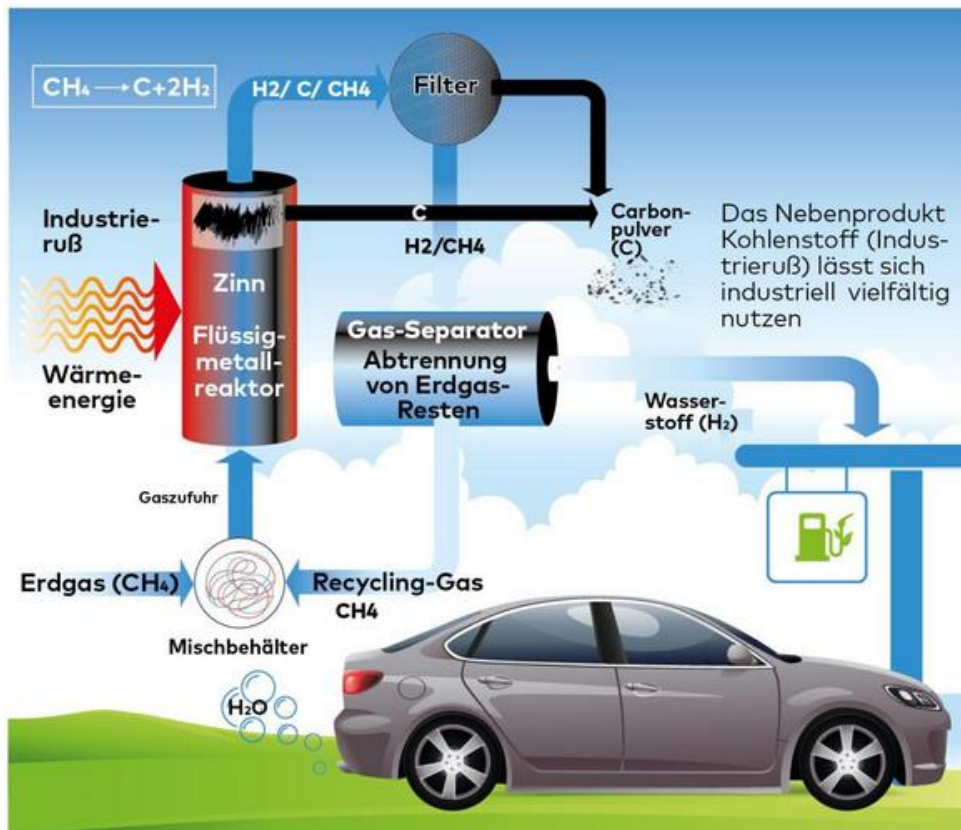
¹⁵⁸ <https://www.boerse.de/charts/Erdgas-Euro/XD0002745517>

Bei der Wasserstoffherzeugung wird zwischen grünem, blauem und grauem Wasserstoff unterschieden. Windstrom und Elektrolyseure erzeugen grünen Wasserstoff. Als blauer Wasserstoff wird der aus Erdgas mit CO₂-Speicherung erzeugte bezeichnet, und grauer Wasserstoff wird ohne CO₂-Speicherung aus Erdgas gewonnen. Neue Perspektiven zeichnen sich aber ab, wenn der Wasserstoff nicht aus Ökostrom, sondern über andere Verfahren erzeugt wird, wie die Welt am 26.01.2020 unter dem Titel¹⁵⁹:

»Mit dieser Idee wäre das Wasserstoff-Auto sofort am saubersten« veröffentlichte. Bei diesem Verfahren wird Wasserstoff direkt aus Erdgas mit dem Pyrolyseverfahren erzeugt. Man lässt Erdgas durch einen Behälter mit heißem Metall, vorzugsweise Zinn, blubbern. Das Gas mit der Summenformel CH₄ zerlegt sich dabei in Wasserstoff und reinen Kohlenstoff. Es entsteht kein CO₂.

Bild 84 zeigt die prinzipielle Wirkungsweise des Pyrolyseverfahrens. Jülicher Forscher erzeugen mit 149 Xenonlampen als künstliche Sonne die hohen Temperaturen (Quelle: VDI Nachrichten vom 6. März 2020, Seite 6).

Die riesigen Erdgasreserven der Welt könnten auf diese Weise klimaneutral genutzt werden, bis irgendwann die Ökostromkapazitäten groß genug sind, um auf Wasserstoff umschwenken zu können, der über Elektrolyse gewonnen wird.



WELT

Quelle: kit.edu; getty

Bild 84. Pyrolyse - thermo-chemischer Umwandlungsprozess zur Wasserstoffherzeugung

¹⁵⁹ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus205318935/Wasserstoff-Pyrolyse-Verfahren-kann-klimaneutrale-Herstellung-ermoeglichen.html>

Eine Möglichkeit, den Markt zu beleben, sieht die Bundesregierung darin, einen sogenannten *Herkunftsnachweis (HKN) für Gas zu fordern*. Bislang war dieses Instrument nur dem Strom vorbehalten. Dort dürfen HKN dann ausgestellt werden, wenn der Ökostrom noch keine preisliche Förderung über das EEG erhalten hat. Nach der »EU-erneuerbaren-Energien-Richtlinie II, kurz RED II«, sollte bis Juni 2012 in allen Mitgliedstaaten HKN eingeführt werden.

5.5.3 Wäre so die Energiewende noch zu retten?

Ist Wasserstoff die langfristige Lösung der Zukunft? Um dauerhaft auf Kohle- und Kernkraftwerke verzichten zu können, müssen dafür Gaskraftwerke gebaut werden, wobei das Gas regenerativ erzeugt werden sollte. In Deutschland wäre die erforderliche regenerative Gasvollversorgung mangels verfügbarer Fläche für Solar- und Windanlagen nicht realisierbar. Japan und Südkorea setzen schon heute komplett auf Wasserstoff, der dann aber direkt mit dem Gleichstrom von Solaranlagen erzeugt werden soll. Es gibt dazu Vorschläge, den Wasserstoff mit Anlagen im Vorderen Orient und in anderen sonnenreichen Gegenden herzustellen, um ihn dann verflüssigt per Schiff dorthin zu bringen, wo er benötigt wird. Für Deutschland wäre dafür ein Flüssiggasterminal erforderlich, wie es in Wilhelmshaven geplant wird. Spekulativ wird ein Preis von 2 Cent/kWh, langfristig sogar nur 1 Cent/kWh, prognostiziert, wenn die Erzeugung mit Solarstrom in Marokko erfolgen würde. Aufgrund des geringen Heizwertes von Wasserstoff mit 3 kWh/m³ gegenüber dem Erdgas mit 8,6 bis 11,4 kWh/m³ wäre es günstiger, den Wasserstoff vor Ort mit CO₂ zu Erdgas zu wandeln, um dieses verflüssigt per Schiff zu transportieren. In neuen Gaskraftwerken könnte dann das Erdgas verbrannt werden. CO₂ würde aus dem Rauchgas ausgewaschen, verflüssigt und zum Wasserstoffelektrolyseur zurück transportiert, um daraus wieder Erdgas zu machen.

Das deutsche Forschungsministerium arbeitet an einem »Potentialatlas«, um herauszufinden, wo es auf der Erde die besten Voraussetzungen für die Produktion von grünem Wasserstoff gibt¹⁶⁰.

Der Spiegel schrieb am 29.01.2020: *Altmaier will »globale Vorreiterrolle« bei CO₂-freiem Wasserstoff!*¹⁶¹ Dabei geht er davon aus, dass die Bundesrepublik Deutschland nicht allein in der Lage ist, den benötigten Bedarf auszugleichen. »Deutschland wird einen Großteil des künftigen Bedarfs an CO₂-freiem bzw. CO₂-neutralem Wasserstoff importieren müssen«.

Auch die neue EU-Kommission will massiv auf Wasserstoff setzen, wie der Vizechef Frans Timmermans nach seiner Wahl bekräftigte. Er sieht den »Green Deal« als Chance für Europa¹⁶² (siehe auch Kapitel 6.4). Die Investitionen in ein Wasserstoffinfrastruktur von ca. 8,5 Mrd. Euro soll dann aber der Kunde zahlen¹⁶³.

6 Politische Verantwortung für Fehlinvestitionen

Politisch geht man sehr großzügig mit Investitionen um, die plötzlich nicht mehr von Interesse sind!

Kosten spielen dabei keine Rolle, wie die nachstehenden Beispiele zeigen.

¹⁶⁰ <https://www.handelsblatt.com/technik/forschung-innovation/energiequelle-heilsbringer-oder-illusion-das-potenzial-von-wasserstoff-im-faktencheck-seite-3/25507310-3.html>

¹⁶¹ <https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/energiewende-peter-altmaier-will-globale-vorreiterrolle-bei-co2-freiem-wasserstoff-a-f05471a8-620e-4e05-970c-bf609aee0ae0>

¹⁶² <https://www.cleantalking.de/european-green-deal-europas-grosse-chance/>

¹⁶³ <https://www.energate-messenger.de/news/202171/8-5-mrd-euro-fuer-neue-gasinfrastruktur>

6.1 Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich

Das im Bild 85 gezeigte Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich am linken Rheinufer nordwestlich von Koblenz mit brutto 1302 MW war das einzige Kernkraftwerk in Rheinland-Pfalz¹⁶⁴.

Hier der kurze Lebenslauf des Kraftwerks:

- **22. Dezember 1972** - vom Energiekonzern RWE AG beantragt.
- **9. Januar 1975** - die erste Teilgenehmigung wird erteilt und noch im selben Jahr beginnt der Bau.
- **14. März 1986** - das AKW liefert Strom - anderthalb Monate vor der Katastrophe von Tschernobyl.
- **9. Oktober 1986** - das Oberverwaltungsgericht entscheidet: Der Reaktor muss vom Netz. Es fehlen immissionsschutzrechtliche Genehmigungen für den Kühlturm. **Ab 08/1987 neuer Betrieb.**
- **9. September 1988** - ein Rentner klagt vor dem Bundesverwaltungsgericht wegen der Unregelmäßigkeiten im Genehmigungsverfahren - mit Erfolg. Das AKW Mülheim-Kärlich wird mit sofortiger Wirkung nach nur 30 Monaten Betriebszeit abgeschaltet - und geht danach nie wieder ans Netz.



Bild 85. Luftbild des Kernkraftwerks im Jahr 1979 während der Bauzeit¹⁶⁴
Bundesarchiv, B 145 Bild-F056650-0021 / Engelbert Reineke / CC-BY-SA 3.0

Am 9. August 2019 wurde der Kühlturm gesprengt, der weitere Rückbau des Kraftwerks wird aber noch viele Jahre dauern. 2001 wurden die Rückbaukosten auf 725 Mio. € geschätzt. Die Baukosten betrugen 3,6 Mrd. €. Damit war Mülheim-Kärlich der teuerste Druckwasserreaktor in Deutschland. Wie sieht die Zukunft aus? Die Regierungspartei in den Niederlanden denkt 2020 über den Bau von bis zu zehn Kernreaktoren nach¹⁶⁵.

Doch es gibt noch weitere abschreckende Beispiele für Fehlinvestitionen.

6.2 Steinkohlekraftwerk Datteln

Das Kraftwerk Datteln 4 (Bild 86) ist eines der modernsten deutschen Steinkohlekraftwerke. Es liegt bei Datteln am Dortmund-Ems-Kanal. Drei Blöcke aus den 1960er Jahren

¹⁶⁴ https://de.wikipedia.org/wiki/Kernkraftwerk_M%C3%BClheim-K%C3%A4rlich

¹⁶⁵ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus216513100/Energie-Niederlande-planen-Rueckkehr-zur-Atomkraft-Deutschland-unter-Druck.html>

sind bereits stillgelegt, ein neuer wesentlich größerer 1-Gigawatt-Block ist fertiggestellt und sollte eigentlich schon 2011 ans Netz gehen. Wegen technischer Probleme mit dem Stahl der Kesselanlage und durch Klagen von Umweltschützern wurde der Bau jahrelang blockiert. Die Regierungskommission »Wachstum, Strukturwandel und Beschäftigung« auch »Kohlekommission« genannt, hat den Weg für das Ende der Kohleverstromung aber bereits festgelegt: 2038 soll Schluss sein¹⁶⁶. Das Kraftwerk könnte so zum Testfall für »klimapolitischen Pragmatismus« werden. *»Der Ausstoß von Kohlendioxid könnte sich auf einen Schlag deutlich reduzieren, ohne dass die Versorgungssicherheit gefährdet würde«*, sagte der Geologe Oliver Wittke, parlamentarischer Staatssekretär im Wirtschaftsministerium, *»wenn das Kraftwerk gar nicht in Betrieb ginge. Länger als bis 2038 würde es ohnehin keinesfalls laufen.«* Es muss hinzugefügt werden, dass Oliver Wittke eine ausschließlich politische Karriere hat (siehe auch Kapitel 6.5.6).

Protest gegen diesen Vorschlag gab es jedoch von der Landesregierung Nordrhein-Westfalen. Die UNIPER Kraftwerke GmbH schlug ein Kompensationsgeschäft vor, fünf alte Kohlekraftwerke abzuschalten und Datteln 4 ans Netz zu lassen.



Bild 86. Kohlekraftwerk in Datteln – UNIPER¹⁶⁶

Daraufhin beschlossen die Landes- und Bundesregierung, dass Datteln 4 ans Netz gehen sollte, der Hambacher Forst für den weiteren Braunkohletagebau aber nicht mehr gerodet werden soll. Gleichzeitig treibt Uniper ihren eigenen Kohleausstieg voran, um bis Ende 2025 alle Kohlekraftwerke – mit Ausnahme von Datteln 4 – vom Netz zu nehmen.

Die Bundesregierung schaffte dann in der Nacht vom 15. auf den 16. Januar 2020 im Kanzleramt mit den vier Kohleländern einen Durchbruch. Sie einigten sich auf einen Abschaltplan für die klimaschädlichen Kohle-Kraftwerke und viele weitere Details.

Das Thema ist aber noch nicht vom Tisch. Es gab erheblichen Widerstand von den Umweltorganisationen gegen den Probetrieb von Datteln 4, wie mehrere Kraftwerksbesetzungen durch Aktivisten von »Ende Gelände« ab 03.02.2020 und auch später immer gezeigt hat. Am 30. Mai 2020 ging das Kraftwerk unter Protestdemonstrationen in den Regelbetrieb. Auch die Proteste gegen den Tagebau Garzweiler gehen weiter, wie die Besetzung eines Kohlebaggers am 30.08.2020 durch die Umweltschutzorganisation Extinction Rebellion gezeigt hat.

¹⁶⁶ <https://www1.wdr.de/nachrichten/landespolitik/kraftwerk-datteln-vier-100.html>

Gegen die Abschaltpläne von Steinkohlekraftwerken gibt es auch von anderer Seite erheblichen Widerstand. So auch von der steag GmbH, wie die Süddeutsche Zeitung am 9. April 2019 schrieb¹⁶⁷: *Kritik am Kohleausstieg. Manche Braunkohlekraftwerke sollen in Deutschland noch länger am Netz bleiben als weniger klimaschädliche Steinkohleleimer. Das sei weder eine ökonomische noch eine ökologische Entscheidung, moniert einer der größten Energiekonzerne des Landes.*

Die **Kohlekommission** empfiehlt jedenfalls, für bereits gebaute, aber noch nicht in Betrieb gegangene Kraftwerke »eine Verhandlungslösung zu suchen, um diese Kraftwerke nicht in Betrieb zu nehmen«. Der Kraftwerksbetreiber Uniper begrüßte, dass die Kommission ihre Arbeit konstruktiv zum Ziel gebracht habe. Bei Investitionskosten von ca. 1700 € je kW Kraftwerksleistung würden so 1,7 Milliarden Euro je kW der Nennleistung in den Sand gesetzt werden, für einen betriebsfähigen Kraftwerksneubau, der keinen Strom erzeugen darf¹⁶⁸.

Angesichts dieser Zahlen muss man sich doch fragen: Mit welcher Sachkompetenz entscheiden die 31 Mitglieder der Kohlekommission? Ein Mitglied bezeichnet sich selbst als Umweltaktivistin. An erster Stelle geht es den Mitgliedern auch gar nicht um die Technik, sondern nur um das Geld: Die Finanzierung neuer Infrastrukturmaßnahmen und die Schaffung neuer Arbeitsplätze, selbstverständlich regional gerecht verteilt. Das lässt man sich dann schon einmal 54 Milliarden Euro kosten.

Auch andere Expertenkommissionen produzieren derartige »Wünsch Dir was«-Vorschläge. Die **Expertenkommission Forschung und Innovation (EFI)** veröffentlichte Anfang 2019 ein Gutachten mit Vorschlägen zur künftigen Energieversorgung¹⁶⁹. Auf den Seiten 62 bis 90 des EFI Gutachtens 2019 werden Innovationen vorgeschlagen, wie mit einer neuen Steuer auf alle CO₂-Emissionen die sogenannte Sektorkopplung finanziert werden soll. Ziel ist die vollständige Dekarbonisierung unserer Energieversorgung (siehe auch Kapitel 9.2). Im Klartext bedeutet das einen erheblichen Zusatzbedarf an elektrischen Strom für den Verkehrssektor und die Wärmeversorgung mit Hilfe von Wärmepumpen. Gleichwohl fordert der Hochschullehrer für Wirtschaftspolitik an der Universität Oldenburg, Prof. Böhringer, als einer der EFI-Experten »die Abschaltung aller Kern-, Kohle- und Gaskraftwerke und eine 100-prozentige regenerative Energieversorgung. Dafür müssten dann die Photovoltaik- und Windenergieanlagen auf etwa das fünf- bis siebenfache der heute installierten Leistung ausgebaut sowie synthetische Brenn- und Kraftstoffe regenerativ erzeugt werden«.

Für den Ausbau stehen weder die Flächen noch die Netzkapazitäten in Deutschland zur Verfügung. Zudem sind vier Fünftel dieser Maßnahmen nicht wirtschaftlich, führen aber zu Mehrkosten von ca. 2% des Bruttoinlandsproduktes.

Zur Aufrechterhaltung der Versorgungssicherheit in den Zeiten sogenannter Dunkelflauten sollen kurzfristig Batterien und **Demand Side Management Maßnahmen** beitragen; was nichts anderes als die externe Regelung industrieller und privater Verbraucher durch intelligente Ansteuerung des Leistungsbezugs bedeutet: ohne Wind und Sonne keine Leistung für den Kunden. Auch sind Power to Gas-Anlagen und Wärmespeicher aufzubauen. Dessen ungeachtet wären für längere Überbrückungszeiten regelbare konventionelle Kraftwerke erforderlich. **Sollte aber die Leistung aller Braun- und Steinkohlekraftwerke von 43,6 GW durch neue Wasser- und Gaskraftwerke ersetzt werden, fehlen noch 38,1 GW, das wären**

¹⁶⁷ <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/steag-kritik-am-kohleausstieg-1.4402802>

¹⁶⁸ https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/A/abschlussbericht-kommission-wachstum-strukturwandel-und-beschaeftigung.pdf?__blob=publicationFile&v=4

¹⁶⁹ https://www.e-fi.de/fileadmin/Gutachten_2019/EFI_Gutachten_2019.pdf

47 Gaskraftwerke á 800 MW, die dann aber nur mit sehr geringer Auslastung zu betreiben wären und deshalb nie wirtschaftlich arbeiten könnten. Darüber hinaus müssten weitere erneuerbare synthetische Energieträger zum Einsatz kommen, und es müsste auch Strom importiert werden (s. auch Kapitel 3.2).

Für den Verkehrssektor ist der PKW-Bereich komplett auf Elektromobilität umzustellen, wobei die Batterien der PKW als zusätzliche Netzspeicher genutzt werden sollen. Der Akku im Auto soll dann bei zu wenig Wind und Sonne Strom ins Netz zurück liefern. Auch der Langstrecken-, Flug- und Schiffsverkehr erfordert erhebliche strukturelle Änderungen.

Für den Gebäudesektor wird eine wesentlich bessere Wärmeisolierung gefordert; die elektrische Heizung soll auf Wärmepumpen umgestellt, Wärmespeicher und Fernwärmenetze sollen ausgebaut werden.

Nach Forderungen des Umweltbundesamtes sollen Erdgasheizungen ab 2030 verboten werden.

Für den Gebäude- und Verkehrssektor wird in der dena Leitstudie »Integrierte Energiewende« schon im Juli 2018 auf Seite 64 ausgeführt¹⁷⁰:

Für eine Treibhausgasreduktion um 80% bis 2050 müssen einzelne Sektoren vollständig klimaneutral werden. Für das 80%-Ziel dürfen in 2050 entweder der Gebäude- und Verkehrssektor (EL80) oder der Energiesektor (TM80) kaum noch Emissionen verursachen. In EL80 gelingt im Gebäudesektor eine Minderung der Treibhausgase von 98% gegenüber 1990, während es in TM80 nur 76% sind...

Dazu sollte man aber wissen, dass die Deutsche Energie-Agentur GmbH (*dena*) ein deutsches Unternehmen ist, das laut Gesellschaftsvertrag bundesweit und international Dienstleistungen erbringt, um die **energie- und klimapolitischen Ziele der Energiewende in Deutschland auszugestalten und umzusetzen**¹⁷¹. Die dena wurde im Herbst 2000 auf Initiative der rot-grünen Bundesregierung als mehrheitlich bundeseigene private GmbH gegründet. Im Aufsichtsrat sitzen Vertreter aller Gesellschafter. Die Bundesrepublik Deutschland wird vertreten durch das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi), das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft (BMEL), das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (BMUB) und das Bundesministerium für Verkehr und digitale Infrastruktur (BMVI). So wird garantiert, dass die vorgegebenen politischen Ziele scheinbar unpolitisch, aber wissenschaftlich unterstützt werden.

Allerdings halten andere Regierungsberater das Verbot von Gasheizungen für unsinnig, wie auch der Studie der Deutschen Energie Agentur (*dena*) vom 20.02.2019 zu entnehmen ist. Diese Energieexperten halten ein Verbot von Gas- und Ölheizungen für nicht zielführend, um Gebäude klimafreundlicher zu machen. Sie stehen damit im Widerspruch zu den Grünen, die ab 2030 den Einbau von Gas- und Ölkesseln in Wohn- und Geschäftshäuser verbieten wollen¹⁷².

Was die Studien nicht vergleichen, sind die globalen Auswirkungen auf den Industriestandort Deutschland. Dafür könnten dann ja wieder neue Studien angefertigt werden, damit unsere hochqualifizierten Wissenschaftler und Forscher auch künftig ausgelastet sind.

Wer trägt die Verantwortung? Wer übernimmt die Kosten? Dafür finden sich letztendlich doch immer die Stromkunden und die Steuerzahler!

¹⁷⁰ https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf

¹⁷¹ <https://www.dena.de/ueber-die-dena/>

¹⁷² <https://www.finanzennachrichten.de/nachrichten-2017-10/41975486-regierungsberater-halten-verbot-von-gasheizungen-fuer-unsinnig-015.htm>

6.3 Atomausstiegs-Gesetz

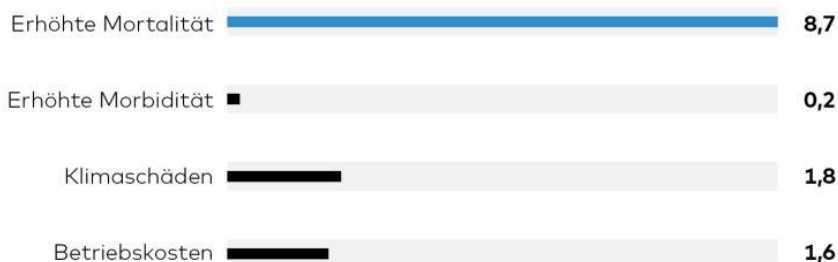
Der Atomausstieg, die Änderung des Atomgesetzes durch eine spontane Entscheidung der Bundeskanzlerin, war gesetzeswidrig. Allein wahltaktische Überlegungen vor der Landtagswahl in Baden-Württemberg beeinflussten diese Entscheidung. Einen Tag nach der Nuklearkatastrophe von Fukushima (Japan) im März 2011 verkündete die Bundeskanzlerin, dass alle zehn Atomkraftwerke in Deutschland mit einer installierten Bruttoleistung von 12,7 GW bis spätestens 2022 abgeschaltet werden sollen. Sofort mussten in 2011 die Werke Biblis A und B und Neckarwestheim 1 mit einer Bruttoleistung von insgesamt 5 GW vom Netz. Der Deutsche Bundestag beschloss am 30. Juni 2011 das Atomausstiegs-Gesetz und legte somit die Entscheidungen zu den Themen Klima und Energie fest: Klimaschutz, 2°-Ziel, Atomausstieg, Energiewende. Anfang 2020 waren nur noch die sechs Werke mit insgesamt 8,512 GW am Netz, Emsland mit 1,4 GW, Grohnde mit 1,43 GW, Brokdorf (KBR) mit 1,48 GW, Neckarwestheim 2 mit 1,4 GW, Gundremmingen, Block C (KRB II C) mit 1,344 GW und Isar mit 1,458 GW¹⁷³.

Der Rechtsstreit der Betreiber gegen die Bundesregierung ist noch nicht abgeschlossen. Es werden erhebliche Schadenersatzforderungen aus Steuergeldern zu begleichen sein. Das Bundesumweltministerium geht von einer Entschädigungssumme von über 1 Milliarde Euro allein für die Unternehmen RWE und Vattenfall aus. Die endgültige Höhe soll 2023 festgelegt werden, wie die Tagesschau am 23. Mai 2018 und die WirtschaftsWoche berichteten^{174,175}.

Olaf Gerseemann schrieb in der Welt am 06.01.2020: »**Das sind die wahren Kosten des Atomausstiegs!**« (Bild 87)¹⁷⁶

Kosten des Atomausstiegs pro Jahr

in Milliarden Dollar



WELT

Quelle: Jarvis/Deschenes/Jha

Bild 87. Kosten des Atomausstiegs¹⁷⁶

Bezahlen muss das der Stromkunde und Steuerzahler, Verantwortliche gibt es dafür nicht!

Allerdings mehren sich Erkenntnisse, dass mit Kernkraftwerken die CO₂-Emissionen reduziert werden können. Beginnt in der Öffentlichkeit eine neue Diskussion? »**Wer**

¹⁷³ <https://www.bmu.de/themen/atomenergie-strahlenschutz/nukleare-sicherheit/aufsicht-ueber-kernkraftwerke/kernkraftwerke-in-deutschland/>

¹⁷⁴ <https://www.tagesschau.de/thema/atomausstieg/index.html>

¹⁷⁵ <https://www.wiwo.de/politik/deutschland/atomkraft-ausstieg-akw-betreiber-bekommen-milliarden-entschaedigung/21231382.html>

¹⁷⁶ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus204786230/Atomausstieg-Was-die-Energiewende-wirklich-kostet.html?wtrid=onsite.onsitesearch>

Klimaschutz will, sollte auf eine neue Generation von Kernreaktoren setzen«, schrieb die Zeit online am 1. Oktober 2019. Unter der Überschrift »**Atomkraft, ja bitte! Wie bitte?**«¹⁷⁷ erläuterte der Diplom-Informatiker und Physiker Rainer Klute in der ZEIT, dass mit *modernen Reaktoren die Energie aus bereits angefallenem »Atom Müll« gewonnen werden kann. Allein aus den gebrauchten Brennelementen in den verschiedenen Zwischenlagern könnte Deutschland 250 Jahre lang komplett mit Strom versorgt werden...*

Und bereits am 30.11.2018 schrieb auch die Süddeutsche Zeitung: »**Kann Atomkraft den Klimawandel stoppen?**«¹⁷⁸

In Kanada hat die Terrestrial Energy auf diesem Gebiet die ersten Hürden genommen. In den nächsten Jahren will sie einen neuartigen **Flüssigsalzreaktor** in Betrieb nehmen. *Statt fester Brennstäbe nutzt das Kraftwerk ein flüssiges nukleares Sprit-Uran in Salzform... Der Flüssigsalzreaktor hat aber noch einen weiteren Vorteil: Er kann theoretisch auch mit Atom-müll oder dem in der Natur reichlich vorhandenen Thorium betrieben werden. Das spaltbare Metall Thorium ist ein alternativer Kernbrennstoff, der in der Erdkruste zehn Mal so häufig wie Uran vorkommt. Entsprechend lange könnte das neue Nuklearzeitalter andauern, besonders wird auch dessen »inhärente Sicherheit« gelobt.... Die Salzschnmelze würgt jedes Heißlaufen sofort ab, weil sie sich im Ernstfall ausdehnt und die Uranatome von selbst auseinandertreibt. Das bremst die Kettenreaktion ab, die Flüssigkeit kühlt wieder auf Normaltemperatur herunter. Ein Vorgang, der selbst dann funktionieren soll, wenn alle Systeme heruntergefahren sind und das Kernkraftwerk evakuiert wird. Eine Kernschmelze wird dadurch ausgeschlossen.*

Am privaten Institut für Festkörper-Kernphysik (IFK) in Berlin wurde der **Dual-Fluid-Reaktor** (DFR)¹⁷⁹ entwickelt. Die Vorteile sind, dass aus der Kombination des Flüssigsalzreaktors und der metallgekühlten Reaktoren (natriumgekühlter Reaktor, bleigekühlter Reaktor) wesentlich verbesserte Nachhaltigkeits-, Sicherheits- und Wirtschaftlichkeitsziele der so genannten »Generation IV« erreicht werden. Neben den extrem niedrigen Brennstoffkosten verfügt der Reaktor über die Fähigkeit, Aktinoide wie z.B. Plutonium oder abgebrannten Brennstoff aus Leichtwasserreaktoren zu verbrennen. Die übrigbleibenden Abfälle sind nur Spaltprodukte, die innerhalb von 300 Jahren auf eine Radiotoxizität unterhalb der von Naturan abklingen.

6.4 Klimagesetze

In der letzten Oktoberwoche 2019 begann die Bundesregierung die erste Lesung ihrer Klimagesetze, die förmlich durch alle Instanzen »gepeitscht« werden sollten. Geplant wurden *Steuererleichterungen auf Bahntickets sowie Änderungen beim Luftverkehrsgesetz. Benzin, Heizöl und Gas sollten mit einer CO₂-Abgabe belegt werden. Das wird zu Kostenbelastungen bei Auto- und Immobilienbesitzern führen und weitreichende Folgen für mehr als 4000 Unternehmen des Verkehrs- und Wärmesektors haben. Mit den Einnahmen aus den Zertifikatsverkäufen soll ein Teil der Erneuerbare-Energien-Umlage im Strombereich bezahlt werden.... »Wirtschaft und Verbände sind entsetzt und höchst verärgert über die fast völlige Abschaffung der sonst üblichen Verbändekonsultationen*«, schrieb deshalb Daniel Wetzel in der WELT vom 23.10.2019 und am 26.08.2020 beschrieb er die möglichen Klimakosten, die etwa 20 Euro pro Monat für jeden Stromkunden erreichen können¹⁸⁰.

¹⁷⁷ <https://www.zeit.de/2019/41/kernkraftwerke-atomkraft-energie-wende-atommuell>

¹⁷⁸ <https://www.sueddeutsche.de/wissen/atomkraft-klimawandel-erderwaermung-energie-1.4233713>

¹⁷⁹ <https://dual-fluid-reaktor.de/>

¹⁸⁰ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus214298792/CO2-Abgabe-Fuer-Autofahrer-und-Energieverbraucher-wird-2021-teuer.html>

Das Klimagesetz wurde am Freitag, 15.11.2019 mit der Mehrheit der großen Koalition im Bundestag beschlossen¹⁸¹.

Mehrere Gutachten stufen das Klimapaket als verfassungswidrig ein, wie die Welt bereits am 14.11.2019 verlauten ließ¹⁸².

Auch die europäische Kommission unterstützt die Klimaneutralität bis 2050 und schlug deshalb im März 2020 ein Europäisches Klimagesetz vor. Mit dem Europäischen Klimagesetz wird für 2050 das Ziel der Klimaneutralität gesetzt und der Kurs für die gesamte EU-Politik festgelegt.

Trotz der inzwischen häufig geäußerten Zweifel vieler Wissenschaftler am anthropogenen CO₂-Einfluss auf die Erderwärmung hält die Bundesregierung an ihrem gewählten Kurs fest. Klimaforscher, die Skepsis äußern, werden als Klimaleugner diffamiert. Fakten werden nicht zur Kenntnis genommen und erst recht nicht widerlegt. Wie unsicher schon eine Wettervorhersage für einige Wochen ist, zeigte beispielsweise die Prognose des **Weather Channel** für den Winter 2019/2020, der sehr kalt werden sollte. Die Erklärung für seinen gänzlich anderen Verlauf war dann: »Die Unsicherheiten werden durch den Jetstream begründet, und da weiß man nicht so genau, wie dieser sich ausbildet«.

Bei allen Klimasimulationen werden sowohl die Aktivität der Sonne als auch der Einfluss auf die Wolkenbildung kaum berücksichtigt. Hier ist eine wissenschaftliche Klärung lange überfällig! Sie müsste unverzüglich von der Politik eingefordert werden (mehr dazu im Kapitel 7.1).

6.5 Ausbau der Förderprogramme

2017 wurde durch Änderung des EEG das Ausschreibungsverfahren eingeführt, das erhebliche Auswirkungen auf den Bau von Windenergieanlagen hat.

6.5.1 Förderung von Windenergieanlagen

Die Bundesnetzagentur (BNetzA) gibt sechs bis acht Wochen vor dem jeweiligen Termin die wichtigsten Parameter der Ausschreibungsrunde auf ihren Internetseiten bekannt. Für Windenergieanlagen an Land ab einer Größe von 750 kW wird die Höhe der anzulegenden Werte durch Ausschreibungen bestimmt¹⁸³. Erfolgreiche Gebote sind Berechnungsgrundlage für die Zahlungsansprüche (Marktprämie) des erzeugten Stroms. Somit müssen sich die Gebote auf einen bestimmten **anzulegenden Wert in Cent pro Kilowattstunde** nach x (**Gebotswert**) für den in den Anlagen erzeugten Strom und **auf eine in Kilowatt anzugebende Anlagenleistung (Gebotsmenge)** beziehen. Den Zuschlag bekommt der Anbieter mit dem geringsten Preis für eine kWh. Die BNetzA gibt einen maximalen Preis vor. Bild 88 listet die Einspeisevergütungen für Windenergieanlagen über 750 kW an Land bei Inbetriebnahme nach dem 31.12.2018 auf.

¹⁸¹ <https://www.euractiv.de/section/energie-und-umwelt/news/bundesregierung-beschliesst-deutschlands-erstes-klimagesetz/>

¹⁸² <https://www.welt.de/wirtschaft/plus202339622/CO2-Abgabe-auf-Benzin-Heizöl-und-Gas-Kritiker-verreissen-Klimagesetze.html>

¹⁸³

https://www.bundesnetzagentur.de/DE/Sachgebiete/ElektrizitaetundGas/Unternehmen_Institutionen/Ausschreibungen/Wind_Onshore/Ausschreibungsverfahren/Ausschr_WindOnshore_node.html

Feste Einspeisevergütung Windenergie an Land Vergütungssätze in Cent/kWh Windenergieanlagen bis 750 kW / Pilotanlagen Inbetriebnahme nach 31.12.2018		
Jahr 2020	Gebotsrunde	höchstes bezuschlagtes Gebot (Cent / kWh)
	Februar 2018	6,28
	Mai 2018	6,28
	August 2018	6,30
	Oktober 2018	6,30
	Durchschnittswert für 2020	6,29
Jahr 2019	Gebotsrunde	höchstes bezuschlagtes Gebot (Cent / kWh)
	Mai 2017	4,78
	August 2017	4,29
	November 2017	3,82
	Durchschnittswert für 2019	4,63

Hinweis: Daten: Bundesnetzagentur, Alle Angaben ohne Gewähr
Grundlagen: § 46b EEG 2017 in Verbindung mit § 36 EEG, Stand: 05.02.2019

Bild 88. Einspeisevergütung für Onshore Anlagen¹⁸³

Die Auswirkungen dieser Änderungen sind offensichtlich. Es gehen durchschnittlich nur für ca. 50% des ausgeschriebenen Leistungsbereichs Angebote ein, und von den Zuschlägen werden dann auch nur 50% kurzfristig realisiert. Die Begründung dafür ist die zu erwartende geringere Rendite. Benachteiligt werden die Firmen mit den Anlagen in hochwertiger technologischer Ausführung. ENERCON hat die technisch leistungsfähigsten Anlagen, damit aber die höchsten Preise und kommt deshalb oft nicht zum Zug. Verbaut werden die billigeren doppelt gespeisten Anlagen, die aber die künftigen technischen Netzanforderungen nicht erfüllen können. Sie können kein Inselnetz aufbauen, keine Blindleistung liefern und sind nicht schwarzstartfähig. Es wird nur die Frequenz erzeugt, die im Netz vorgegeben ist.

Die Einspeisevergütung für Offshore Anlagen zeigt Bild 89¹⁸⁴.

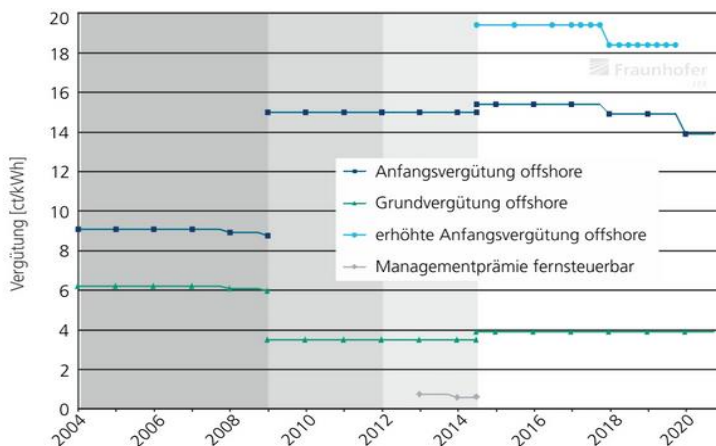


Bild 89. Einspeisevergütung für Offshore Anlagen

¹⁸⁴ <https://www.windbranche.de/wirtschaft/eeg-verguetung/eeg-festverguetung>

Die Novelle des Windenergie-auf-See-Gesetzes (WindSeeG) birgt aus Sicht der Branche eine ganze Reihe positiver Elemente, etwa die Erhöhung der Ausbauziele für Offshore-Windkraftkapazitäten. Bei mehreren Null-Cent-Geboten soll dann eine zweite Ausschreibungsrunde eingeführt werden. Die zweite Gebotskomponente besagt im Kern, dass die Bewerber einen Betrag bieten, den sie zu zahlen bereit sind, um den Zuschlag zu bekommen. In der Branche ist wahlweise von „Eintrittsgeld“ oder auch von „Strafzahlung“ die Rede.

6.5.2 Förderung von Solaranlagen

Auch die Fördersätze für Solarstrom einspeisung werden regelmäßig angepasst (Bild 90)¹⁸⁵ [180]. Die kumulierte elektrische Leistung der mehr als 1,7 Millionen netzgekoppelten Photovoltaikanlagen in Deutschland betrug Ende 2018 rund 45,3 Gigawattpeak. Den geplanten Förderstopp ab insgesamt 52 GW installierter Leistung hat das Kabinett am 18. Mai 2020 aufgehoben.

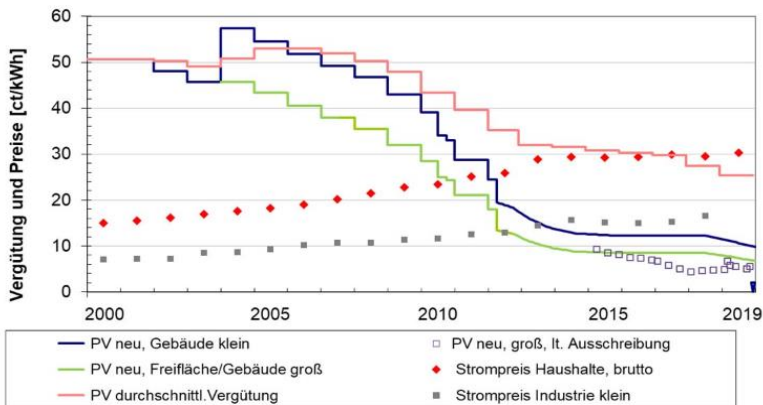


Bild 90. Vergütungssätze Solaranlagen, Inbetriebnahme ab Januar 2019 bis Januar 2020¹⁸⁵
Quelle Fraunhofer www.pv-fakten.de, Seite 10

6.5.3 Fördersätze für Biomasseanlagen

Im § 42 EEG2017 sind die Fördersätze für Biomasseanlagen veröffentlicht¹⁸⁶:

Für **Strom aus Biomasse** im Sinn der Biomasseverordnung, für den der anzulegende Wert gesetzlich bestimmt wird, beträgt

1. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 150 KW 13,32 Cent/kWh,
2. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 500 Kilowatt 11,49 Cent/kWh
3. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 5 Megawatt 10,29 Cent/kWh
4. bis einschließlich einer Bemessungsleistung von 20 Megawatt 5,71 Cent/kWh.

Von 2003 bis 2009 wurde zusätzlich eine **Energiepflanzenprämie von 45 Euro pro ha (Hektar) gezahlt**, um den Anbau von Pflanzen zur energetischen Verwendung in der Europäischen Union (EU) zu unterstützen. Für Anbau auf Stilllegungsflächen wurde hingegen keine Energiepflanzenprämie gezahlt.

¹⁸⁵ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>

¹⁸⁶ <https://www.juraforum.de/gesetze/eeg-2017/42-biomasse>

In § 27 des EEG von 2009 wurde dann eine Basisvergütung für Strom aus Biomasse festgelegt. Durch den Nawaro-Bonus (**nachwachsende Rohstoffe**) kann diese Vergütung aufgestockt werden. Neben dem allgemeinen Bonus gibt es einen leicht erhöhten Satz für Strom aus kleineren Biogasanlagen. Bei mindestens 30% Gülleeinsatz (Massenanteil am Substrat) kann der sogenannte Güllebonus aufgeschlagen werden. Bei überwiegendem Einsatz von Landschaftspflegematerial ergibt sich ein weiterer Bonus. Voraussetzung für die Boni und Aufschläge sind Auflagen, die im Einzelnen im EEG erläutert werden. Die in der Tabelle aufgeführten Werte gelten für eine Anlage, die im Jahre 2009 in Betrieb genommen wurde. Die Vergütungsaufschläge sind für 20 Jahre festgelegt.

Vergütungsaufschläge auf eingespeisten Strom durch den Nawaro-Bonus
(Cent/kWh, nach EEG 2009)

	0 bis 150 kW	151 bis 500 kW	501 bis 5000 kW	über 5000 kW
Allgemeiner Nawaro-Bonus	6	6	4	0
Aufschlag Landschaftspflegematerial	+ 2	+ 2	0	0
Nawaro-Bonus für Strom aus Biogas	7	7	4	0
Aufschlag Güllebonus für Nawaro-Strom aus Biogas	+ 4	+ 1	0	0
Nawaro-Bonus Holzverstromung	2,5	2,5	2,5	0

Ab 2017 erhalten alle Biomasseanlagen ab 150 kW installierter Leistung nur noch eine Vergütung, wenn sie erfolgreich an einer AUSSCHREIBUNG teilgenommen haben.

6.5.4 Förderung von Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen

Die Bundesnetzagentur führt auch Ausschreibungen zur Ermittlung der Zuschlagszahlungen für **Kraft-Wärme-Kopplungs-Anlagen (KWK-Anlagen)** durch. Dies betrifft *neue KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 1 bis einschließlich 50 MW und*

modernisierte KWK-Anlagen mit einer elektrischen Leistung von mehr als 1 bis 50 MW.

Das Gesetz für die Erhaltung, die Modernisierung und den Ausbau der Kraft-Wärme-Kopplung (KWKG) definiert und regelt die Modalitäten¹⁸⁷.

§ 3 KWKG regelt die Anschluss- und Abnahmepflicht für die Netzbetreiber. Danach müssen

1. hocheffiziente KWK-Anlagen an ihr Netz unverzüglich **vorrangig anschließen** und
2. den in diesen Anlagen erzeugten KWK-Strom unverzüglich **vorrangig physikalisch abnehmen, übertragen und verteilen**.

§ 4 regelt die Direktvermarktung des KWK-Stroms und die Vergütung für nicht direkt vermarktete KWK-Anlagen. Danach gilt:

(1) Betreiber von KWK-Anlagen mit einer elektrischen KWK-Leistung von mehr als 100 Kilowatt müssen den erzeugten KWK-Strom direkt vermarkten oder selbst verbrauchen. Eine Direktvermarktung liegt vor, wenn der Strom an einen Dritten geliefert wird. Dritter im Sinne von Satz 2 kann auch ein Letztverbraucher sein.

¹⁸⁷ https://www.gesetze-im-internet.de/kwkg_2016/

(2) Betreiber von KWK-Anlagen mit einer elektrischen KWK-Leistung von bis zu 100 Kilowatt können den erzeugten KWK-Strom direkt vermarkten, selbst verbrauchen oder vom Netzbetreiber die kaufmännische Abnahme ihres erzeugten KWK-Stroms verlangen. Die kaufmännische Abnahme kann auch verlangt werden, wenn die Anlage an eine Kundenanlage angeschlossen ist und der Strom mittels kaufmännisch-bilanzieller Weitergabe in ein Netz angeboten wird. Der Anspruch auf kaufmännische Abnahme des KWK-Stroms aus KWK-Anlagen mit einer elektrischen KWK-Leistung von mehr als 50 Kilowatt entfällt, wenn der Netzbetreiber nicht mehr zur Zuschlagzahlung nach den §§ 6 bis 13 verpflichtet ist. Netzbetreiber können den kaufmännisch abgenommenen KWK-Strom verkaufen oder zur Deckung ihres eigenen Strombedarfs verwenden.

(3) Für den kaufmännisch abgenommenen KWK-Strom gemäß Absatz 2 ist zusätzlich zu Zuschlagzahlungen nach den §§ 6 bis 13 der übliche Preis zu entrichten. Der übliche Preis nach Satz 1 ist der durchschnittliche Preis für Grundlaststrom an der Strombörse European Energy Exchange (EEX) in Leipzig im jeweils vorangegangenen Quartal. Weist der Betreiber der KWK-Anlage dem Netzbetreiber einen Dritten nach, der bereit ist, den eingespeisten KWK-Strom zu kaufen, so ist der Netzbetreiber verpflichtet, den KWK-Strom vom Betreiber der KWK-Anlage zu dem vom Dritten angebotenen Strompreis abzunehmen. Der Dritte ist verpflichtet, den KWK-Strom zum Preis seines Angebotes an den Betreiber der KWK-Anlage vom Netzbetreiber abzunehmen.

6.5.5 Förderung der Elektromobilität

Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie setzt sich schon lange für eine Reihe von Maßnahmen ein, um die Entwicklung des Markts für Elektromobilität zu beschleunigen. Mit einem umfangreichen Maßnahmenpaket wird der Markthochlauf der Elektromobilität unterstützt. Drei finanzwirksame Maßnahmen stehen dabei im Vordergrund: zeitlich befristete Kaufanreize, Ausbau der Ladeinfrastruktur sowie die öffentliche Beschaffung von Elektrofahrzeugen.

- *Umweltbonus: Bis zu 600 Millionen Euro wurden durch den Bund bereitgestellt, um mindestens 300 000 Elektrofahrzeuge bis 2019 zu bezuschussen. Die Automobilhersteller beteiligen sich in gleicher Höhe. Mit 4 000 Euro wird der Kauf rein elektrischer Fahrzeuge gefördert. 3 000 Euro können Käufer für Plug-In Hybride erhalten.*
- *Ausbau von Ladesäulen: Mit 300 Millionen Euro fördert die Bundesregierung den Ausbau von Schnell- und Normalladepunkten mit dem Ziel, dass bis 2020 viele weitere der besonders aufwendigen und damit teuren Schnellladepunkte an den Verkehrsachsen und in den Metropolen verfügbar sein sollen.*
- *Mehr Elektromobilität in öffentlichen Fuhrparks: Die öffentliche Hand wird bei ihren eigenen Fuhrparks mit einem guten Beispiel vorangehen. Der Anteil der durch die Bundesregierung zu beschaffenden Elektrofahrzeuge sollte bis 2019 auf mindestens 20 Prozent erhöht werden. Für die öffentliche Beschaffung werden 100 Millionen Euro bereitgestellt.*
- *Verlängerung der Kfz-Steuerbefreiung von bisher fünf auf nun zehn Jahre.*

Der erhoffte Erfolg stellte sich jedoch nicht ein. Deshalb beschloss der Bundestag in erster Lesung am **Freitag, 27.09.2019** den Gesetzentwurf (19/13436)¹⁸⁸. **Mit den darin**

¹⁸⁸ <http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/19/134/1913436.pdf>

angekündigten Förderungen stiegen 2019 die Zulassungszahlen auf 63 281 von insgesamt 3,6 Millionen Personenkraftwagen, das entspricht 1,8%¹⁸⁹.

Neben dem Elektromobilitätsgesetz hat die Bundesregierung noch weitere Maßnahmen beschlossen, die auch von der Europäischen Union Anfang 2020 genehmigt wurden. Danach soll die Ladeinfrastruktur ausgebaut, der Fuhrpark des Bundes verstärkt mit Elektrofahrzeugen bestückt und die Kaufprämien für Elektrofahrzeuge erhöht werden.

- ▶ E-Autos mit Netto-Listenpreis bis 40 000 Euro werden mit 6 000 Euro gesponsert (früher 4 000 €).
- ▶ E-Autos zwischen 40 000 Euro und 65 000 Euro erhalten künftig 5 000 Euro (früher 4 000 €).
- ▶ Die Prämie für Plug-In-Hybride, die zusätzlich zum Sprit an der Zapfsäule Strom von der Steckdose tanken können, steigt um 50 Prozent auf 4 500 Euro für Autos unter 40 000 Euro Listenpreis und um 25 Prozent und auf 3 750 Euro für teurere Wagen.

Gefördert werden Autos bis zu einem Neuwagenpreis von 65 000 Euro; für teurere Autos gibt es nichts.

Dies gilt aktuell noch **für alle Erstzulassungen bis zum 31. Dezember 2020**. Mit den am 03.06.2020 vom Bundeskabinett beschlossenen Wirtschaftsfördermaßnahmen wurde die Prämie für E-Autos nochmals um 6 000 Euro erhöht.

Aufgrund der Coronakrise wurden die Förderprämien für E-Mobile ab 1. Juli 2020 als Innovationsprämie bis auf 11 000 Euro nochmals erhöht.

Auch das Gesetz zur Änderung der Kfz-Steuer soll die E-Mobilität fördern. Das wird dann jeder an der Tankstelle merken, an der sich der Preis am 1. Januar 2021 für 1 Liter Benzin zunächst um 7 Cent erhöhen wird.

6.5.6 Förderung Kohleausstieg

»Einigung beim Kohleausstieg: Zeitplan steht, Datteln 4 geht ans Netz, Hambacher Forst bleibt«, schrieb das Handelsblatt am 20.01.2020. *Die Regierung habe den Ministerpräsidenten von Nordrhein-Westfalen, Sachsen, Sachsen-Anhalt und Brandenburg einen Stilllegungspfad vorgestellt, der mit den Betreibern der Braunkohle-Kraftwerke und -Tagebaue vertraglich festgelegt werden solle, teilte Regierungssprecher Steffen Seibert am frühen Donnerstagmorgen, 16.01.2020, mit. Die Ministerpräsidenten hätten diesem zugestimmt, heißt es weiter in der Mitteilung.*

Der Beschluss wurde im Bundeskanzleramt vereinbart¹⁹⁰. *Beteiligt an dem Gespräch waren neben Bundeskanzlerin Angela Merkel und Kanzleramtsminister Helge Braun (beide CDU), die Bundesminister Olaf Scholz (SPD), Peter Altmaier (CDU) und Svenja Schulze (SPD) sowie die Ministerpräsidenten Dietmar Woidke (Brandenburg), Armin Laschet (Nordrhein-Westfalen), Michael Kretschmer (Sachsen) und Reiner Haseloff (Sachsen-Anhalt). Der konkrete Stilllegungspfad werde veröffentlicht, sobald mit den Unternehmen entsprechende Festlegungen getroffen seien. Die Liste wurde inzwischen wie nachstehend veröffentlicht.*

¹⁸⁹ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/244000/umfrage/neuzulassungen-von-elektroautos-in-deutschland/>

¹⁹⁰ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energiepolitik-einigung-beim-kohleausstieg-zeitplan-steht-datteln-4-geht-ans-netz-hambacher-forst-bleibt/25438748.html?ticket=ST-2005618-A04hc2enDZINEFu5iXbp-ap6>

Bundeswirtschaftsminister Altmaier sprach von einem »historischen Durchbruch«. *Deutschland sei »mit großen Schritten dabei, das fossile Zeitalter zu verlassen«*¹⁹¹, erklärte Bundesfinanzminister Scholz. *Er kündigte Entschädigungsleistungen für die Kraftwerksbetreiber in Höhe von insgesamt 4,1 Milliarden Euro an, verteilt über 15 Jahre. Dies halte er für leistbar*¹⁹². Am 29.01.2020 beschloss das Kabinett den **Gesetzentwurf zum Kohleausstieg**¹⁹³. Auf 203 Seiten werden die Probleme, Ziele, Lösungen und Alternativen beschrieben. Der Gesetzentwurf sieht vor, dass die Braunkohlekraftwerksleistung 2022 auf 15 Gigawatt (GW) und im Jahr 2030 auf neun GW zurückgeht. Als erstes soll zum 31.12.2020 das Braunkohlekraftwerk Niederaußem D mit 300 MW abgeschaltet werden. Bis Ende 2021 sollen dann weitere drei Kraftwerke mit insgesamt 900 MW, 2022 wieder drei mit 1 620 MW, bis 2028 fünf Kraftwerke mit 2600 MW und bis Ende 2029 weitere vier Kraftwerke mit 2200 MW abgeschaltet werden; das sind bis 2030 insgesamt 7620 MW. Die Betreiber von Braunkohlekraftwerken erhalten insgesamt 4,35 Milliarden Euro Entschädigung (s. auch 5.1.1). Die nachstehenden Braunkohlekraftwerke sollen bis 2030 abgeschaltet werden^{194,195}.

Kraftwerksblöcke	Revier	geplante Stilllegung	Inbetriebnahme	Kapazität
Nord-Süd-Bahn (NSB)	Rheinland	31.12.2020	1959-1976	300
NSB	Rheinland	31.12.2021	1959-1976	300
NSB	Rheinland	31.12.2021	1959-1976	300
NSB oder Weisweiler	Rheinland	31.12.2021	1959-1976	300
NSB oder Weisweiler	Rheinland	1.4.2022	1959-1976	300
Brikettierung	Rheinland	31.12.2022	1959-1976	120
NSB	Rheinland	31.12.2022	1959-1976	600
NSB	Rheinland	31.12.2022	1959-1976	600
Weisweiler F	Rheinland	1.1.2025	1967	300
Jänschwalde A	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2025 (Sicherheitsbereitschaft)	1981	500
Jänschwalde B	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2027 (Sicherheitsbereitschaft)	1982	500
Weisweiler G	Rheinland	1.4.2028	1974	600
Jänschwalde C	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2028	1984	500
Jänschwalde D	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2028	1985	500
Weisweiler H	Rheinland	1.4.2029	1975	600
Boxberg N	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2029	1979	500
Boxberg P	Lausitz (Brandenburg)	31.12.2029	1980	500
Niederaußem G	Rheinland	31.12.2029	1974	600
Niederaußem H	Rheinland	31.12.2029 (Sicherheitsbereitschaft)	1974	600

Wie schon in Kapitel 3.1 ausgeführt, soll auch die Verstromung von Steinkohle spätestens 2033 enden. »Steinkohlekraftwerke sollen entgegen der Empfehlung der Kommission bereits ab 2027 grundsätzlich entschädigungslos stillgelegt werden, in besonderen Fällen

¹⁹¹ <https://www.boerse-online.de/nachrichten/aktien/altmaier-kohleausstiegsgesetz-durchbruch-fuer-mehr-klimaschutz-1028854584>

¹⁹² <https://www.bundesfinanzministerium.de/Content/DE/Interviews/2019/2019-01-31-Handelsblatt.html>

¹⁹³ <https://www.bundestag.de/presse/hib/684118-684118>

¹⁹⁴ <https://www.mdr.de/nachrichten/politik/inland/stilllegung-braunkohle-100.html>

¹⁹⁵ <https://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energie-bergheim-rwe-legt-zuerst-block-d-im-kraftwerk-niederaussem-still-dpa.urn-newsml-dpa-com-20090101-200123-99-603890>

bereits ab 2024», schrieb das Handelsblatt am 22.05.2020. Und auch bei den Entschädigungszahlungen ist die Steinkohle im Vergleich zur Braunkohle im Nachteil. Das so genannte Kohleverstromungsbeendigungsgesetz (KVBG) wurde vom Bundestag am 8. August 2020 verabschiedet. Aktuell sind in Deutschland noch Steinkohle-Kraftwerke mit einer Leistung von 22,5 Gigawatt am Netz. Nach den Empfehlungen der Kohlekommission sollen es im Jahre 2022 nur noch 15 Gigawatt sein. Bis 2030 soll der Zielwert bei nur noch acht Gigawatt liegen.

Entschädigungen bei der Steinkohle sollen über Ausschreibungen ermittelt werden. Zunächst wird ab 2020 eine gewisse Menge Steinkohleleistung festgelegt, die vom Netz gehen soll. Dann fordert der Bund die Betreiber auf, Entschädigungsforderungen für die Abschaltung einzureichen.

2020 beträgt die Höchstsumme 165.000 Euro pro Megawatt, 2021 und 2022 je 155.000 Euro, die anschließend von Jahr zu Jahr um rund 25 Prozent gesenkt wird. 2026 sind es noch 49.000 Euro. Nach 2026 wird gar keine Entschädigung mehr gezahlt, weil die Anlagen dann nach Alter zwangsweise außer Betrieb gesetzt werden¹⁹⁶.

Und wieder einmal geht es nur um das Verteilen von Geld. Die Länder werden zufriedengestellt, und die Kraftwerksbetreiber bekommen auch für alte Kohlekraftwerke noch hinreichend Geld. Die Versorgungssicherheit muss ja die Bundesnetzagentur (BNetzA) verantworten, und die kann Reservekapazitäten im In- und Ausland anfordern. Auch hier wurden politische Entscheidungen getroffen, die mit keinem technischen Argument begründbar sind.

Anlagen mit **Kraft-Wärme-Kopplung (KWK)**, deren Wärme für die Beheizung von Gebäuden oder für industrielle Zwecke genutzt wird und die zusätzlich Strom produzieren, erhalten dem Gesetz zufolge eine besondere Förderung, wenn die Anlagenbetreiber den Betrieb von Kohle auf andere Energieträger, also etwa Erdgas oder Biomasse, umstellen. (S. auch Kapitel 2.2 und 2.3.1).

Die Auswirkungen des Kohleausstiegs auf die **Versorgungssicherheit** soll in den Jahren 2022, 2026, 2029 und 2032 jeweils geprüft werden. Die KWKG-Novelle zum KWKG wurde am 3. Juli 2020 von Bundestag und Bundesrat verabschiedet. Das KWKG 2020 beinhaltet wesentliche Veränderungen. KWK-Anlagen unter 1 MW scheinen dabei nicht im Förderfokus des BMWi zu stehen¹⁹⁷.

Hervorzuheben sind im **KWKG 2020** vor allem folgende Änderungen:

- Verlängerung der Geltungsdauer des KWK-Gesetzes
- Einschränkung der jährlichen Förderung
- Beschränkung der Zuschlagsgewährung bei Entfall der EEG-Umlage
- Neue Boni – aber nur für KWK-Anlagen über 1 MW
- Neuregelung Kumulierungsverbot
- Neufassung der Regelung bei negativen Stundenkontrakten
- Veränderungen bei der Förderung von Wärme- und Kältenetzen

Die Geltungsdauer der Förderung nach dem KWKG wurde bis zum 31. Dezember 2029 verlängert (§6 Abs. 1 KWKG-Entwurf 2019/2020). Diese Regelung gilt jedoch nicht für KWK-Anlagen bis einschließlich 50 MW elektrischer Leistung, sofern die Evaluierung im Jahre 2022 keine Fördernotwendigkeit zur Erreichung der KWK-Ziele im Jahre 2025 ergeben

¹⁹⁶ https://www.welt.de/print/die_welt/wirtschaft/article205232363/Steinkohle-ist-der-wahre-Verlierer.html

¹⁹⁷ <https://www.bmw.de/Redaktion/DE/Artikel/Service/kohleausstiegsgesetz.html>

sollte. Das Ziel beträgt weiterhin 120 TWh KWK-Strom im Jahre 2025 und ist daher eher wenig ambitioniert.

6.6 Störungen der Netzqualität werden ignoriert

Die Qualität der Spannungsversorgung verschlechtert sich, die Netzstabilität wird fragiler. Deutschland ist mehrfach haarscharf an einem großflächigen Blackout vorbeigeschrammt, wie im Kapitel 5.1.2 schon ausgeführt. Reicht die eigene Kraftwerksreserve nicht aus, muss elektrische Leistung von unseren europäischen Nachbarn importiert werden.

Bild 91 zeigt beispielsweise, dass vom 6. Juni bis 30. Juni 2019 der Bedarf mit ca. 73 GW fast deckungsgleich mit der insgesamt erzeugten Leistung war (rote Kurve mit grauem Bereich). Trotzdem mussten während der Leistungsspitzen ca. neun GW elektrische Leistung von europäischen Nachbarn importiert werden, wie Bild 92 zeigt.

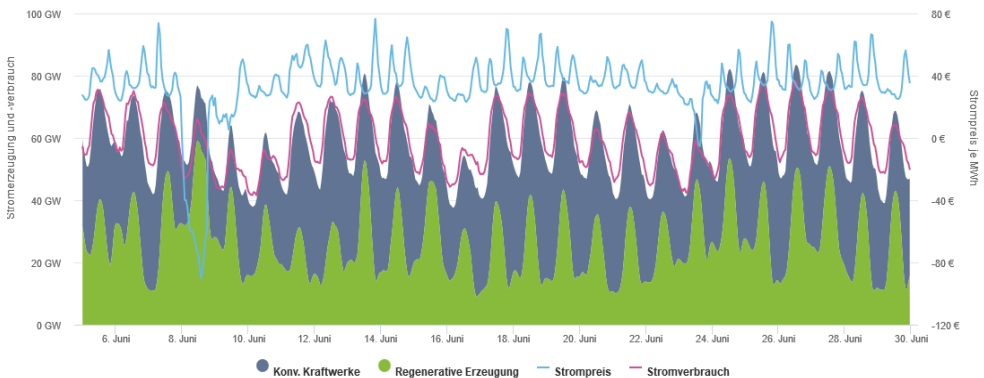


Bild 91. Leistungsbedarf und Verbrauch in der Zeit vom 5. bis 30. Juni 2019¹⁹⁸

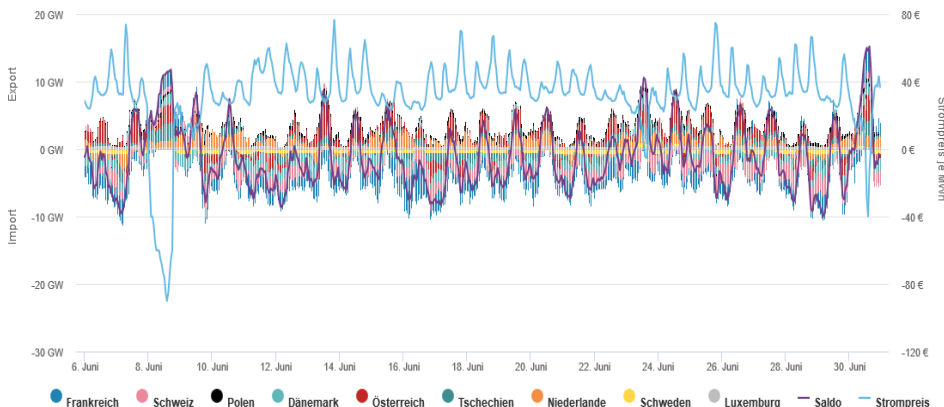


Bild 92. Strom Import/Export in der Zeit vom 5. bis 30. Juni 2019¹⁹⁸

Mega-Blackout in Deutschland immer wahrscheinlicher¹⁹⁹.

Einer von mehreren Gründen für die Blackout Gefahr sei der geplante Kohleausstieg, so Markus Wacket, Senior Correspondent bei Thomson Reuters, am 30.08.2018 in finanzen.net.

Der Stromnetzbetreiber Amprion, an dem auch der Kohlekonzern RWE beteiligt ist, warnt in seinem Papier für die (Kohle)Kommission vor einem vorschnellen Abschalten der

¹⁹⁸ https://www.agora-energiawende.de/service/agorameter/chart/power_generation/05.06.2019/30.06.2019/

¹⁹⁹ <https://de.reuters.com/article/deutschland-kohle-idDEKCN1LF0H9>

Kohlekraftwerke ohne ausreichende Reserven. Extremwetter etwa im Winter, wenn besonders viel Strom gebraucht wird, träten häufig über Deutschland hinaus auf, und sichere Hilfe von den Nachbarn sei nicht immer voraussetzbar.

Der BDWE-Chef Stefan Kapferer befürchtet, dass die heute noch bestehenden Überkapazitäten in wenigen Jahren nicht nur komplett abgebaut seien, sondern dass man auch »sehenden Auges spätestens im Jahr 2023 in eine Unterdeckung bei der gesicherten Leistung laufe«²⁰⁰.

Stefan Kapferer, hat den Verband BDEW zum 31.10.2019 verlassen und den Vorsitz der Geschäftsführung der 50Hertz Transmission GmbH übernommen.

»Bei der Stromversorgung wiegt sich Deutschland in trügerischer Sicherheit«, befürchtete Jürgen Flauger im Handelsblatt am 04.07.2019²⁰¹ ...»Die Stromnetze sind auf Kante genäht. Das gefährdet die Stromversorgung.«

»Der große Blackout hat katastrophale Folgen, aber Deutschland ist ohne Notfallplan bei Stromausfall«, warnt die pravda-tv²⁰². (Pravda TV, Milan Nikolas Pravda, 4 Chaussee Street, Port-Louis Mauritius 11328)

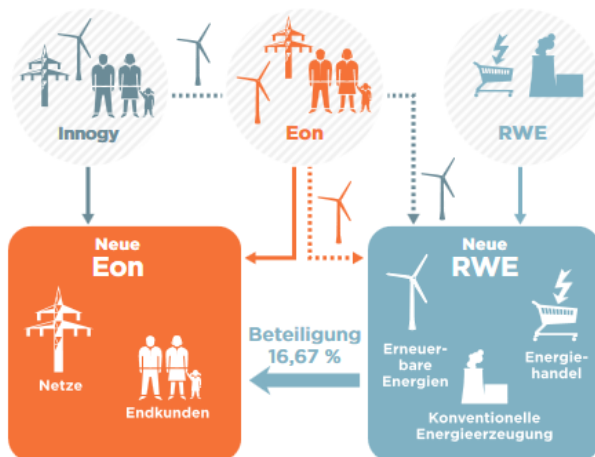
Die Politiker nehmen diese Warnhinweise aber nicht zur Kenntnis. Die Energieexperten sprechen gar von Überkapazitäten, weil ja schon so viel Strom ins Ausland exportiert werde. Es ist also davon auszugehen, dass sich bei der Beurteilung einer extrem wichtigen Thematik wie unsere gesicherte Stromversorgung keine Korrekturen ergeben werden; gleichwohl werden die Konsequenzen daraus aber offensichtlicher und durch marktwirtschaftliche Effekte verstärkt.

6.7 Privatwirtschaftliche Verluste

Ökoinstitute feiern den Erfolg der Energiewende mit dem Ende der Energieträger Kohle und Öl. *Endlich – so ertönt es unisono – hätten die großen Energieerzeuger die Zeichen der Zeit erkannt und würden nun auch auf regenerative Energien setzen.* E.on und RWE spalten sich in zwei Gesellschaften auf²⁰³. E.on trat das konventionelle Geschäft, die Erzeugung von Strom mit Kernenergie, Kohle oder Gas, an RWE ab. Sicher nicht ohne Grund: E.on musste

im Jahr 2015 einen Verlust von 7 Mrd. Euro und RWE von ca. 3,9 Mrd. Euro verkraften, wie auch der Absturz der Aktienkurse dieser Unternehmen zeigte. Bild 93 zeigt die geplante Aufteilung der Geschäftsbereiche von E.on und RWE.

Bild 93. geplante Aufteilung der Geschäftsbereiche von E.on und RWE²⁰³ (Handelsblatt)



HANDELSBLATT-GRAFIK

²⁰⁰ <https://www.bdew.de/presse/presseinformationen/stefan-kapferer-zum-abschaltplan-des-bund/>

²⁰¹ <https://www.handelsblatt.com/meinung/kommentare/kommentar-bei-der-stromversorgung-wiegt-sich-deutschland-in-truegerischer-sicherheit/24522074.html>

²⁰² <https://www.pravda-tv.com/2019/06/stromausfall-mega-blackout-in-deutschland-immer-wahrscheinlicher/>

²⁰³ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energieunternehmen-eon-chef-teyssen-wird-nach-der-fusion-mit-innogy-auch-den-neuen-konzern-fuehren/23801376.html>

Die RWE-Aktie sank vom Höchststand 82,51 € im April 2007 auf den Tiefstand von 9,60 € am 25.10.2015. Ähnlich der Kurs der E.on-Aktie, der von über 30 € in 2007 seinen Tiefstand von 6,13 Euro am 25.11.2017 Euro erreichte. Beide Aktienkurse haben sich inzwischen wieder erholt, und die Firmen stellen sich nun auf den Klimakurs ein, denn sie erwarten hohe Entschädigungszahlungen. So wirbt E.on nur noch mit grüner Energie. Der Konzern erzeugt keinen Strom mehr, dafür verteilt er die Energie mit Hilfe der Übertragungsnetze und den Vertrieb zum Kunden. Der alte Konzern schafft sich praktisch ab, so wie es in der Vergangenheit schon bei anderen Unternehmen passierte.

Aus der **Preußischen Bergwerks- und Hütten-Aktiengesellschaft** wurde durch die Umwandlung der **Preußischen Montanindustrie ein Staatsunternehmen**, 1997 die **Preussag**, die heute der deutsche Touristikkonzern TUI ist.

»RWE wird grün! Die RWE-Ökostrom-Chefin Anja-Isabel Dotzenrath kündigt die Expansion in neue Märkte an«, vermeldete das Handelsblatt am 25.11.2019²⁰⁴.

Der Energiekonzern RWE sieht seine Zukunft bei den erneuerbaren Energien. Nach der Freigabe durch alle Genehmigungsbehörden übernahm E.on die RWE-Tochter Innogy. E.on behält aber nur die Sparten Vertrieb und Netz. RWE erhält die Aktivitäten bei den erneuerbaren Energien von Innogy – und bekommt die entsprechenden Aktivitäten von e.on dazu.

Vorstandschef Rolf Martin Schmitz kündigte im Handelsblatt am 26.09.2020 an²⁰⁵, dass RWE bis 2022 die installierte Leistung bei den erneuerbaren Energien von über neun auf 13 Gigawatt aufstocken will. Im Sommer kommenden Jahres wird Schmitz den Chefposten an Finanzvorstand Markus Krebber übergeben. Die beiden arbeiten seit 2016 im Zwei-Mann-Vorstand eng zusammen. Im Gegensatz zu Schmitz hat der 47-jährige promovierte Ökonom Krebber einen Großteil seiner Karriere in der Finanzbranche verbracht.

Die Politik wird für die vorgesehenen Entschädigungszahlungen gelobt, die Aktienkurse steigen entsprechend.

Auch viele **Stadtwerke** haben erhebliche finanzielle Probleme²⁰⁶. Im Vertrauen auf politische Aussagen zur Förderung der Kraft-Wärme-Kopplung und der erforderlichen schnellen Regelleistung wurden millionenschwere Investitionen in neue Gaskraftwerke getätigt. Deren wirtschaftlicher Betrieb setzt aber jährliche Laufzeiten von über viertausend Stunden voraus. Diese Betriebszeiten sind aufgrund der Bevorzugung regenerativer Energien nicht erreichbar, und mit jährlichen Betriebszeiten von 500 bis 1000 Stunden können nur Verluste erzeugt werden.

Verluste werden aber auch mit **regenerativen Anlagen** gemacht. Nach Ablauf der 20-jährigen Förderung kommen diese nun ebenfalls wie alle anderen konventionellen Kraftwerke in die Verlustzone. So wurde aus Thüringen im März 2016 gemeldet, dass viele Biogasanlagen in den kommenden Jahren vom Netz gehen werden. Die VDI-Nachrichten schrieben am 21.08.2020, dass in 2020 erstmalig 168 Anlagen stillgelegt werden und somit insgesamt weniger Strom aus Biomasse gewonnen werde. Auch Windenergieanlagen werden wieder abgebaut.

²⁰⁴ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/erneuerbare-energien-rwe-oekostrom-chefin-kuendigt-expansion-in-neue-maerkte-an/25265158.html>

²⁰⁵ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/rolf-martin-schmitz-im-interview-rwe-chef-will-milliarden-in-solar-wind-und-wasserstoff-investieren/26121836.html>

²⁰⁶ <https://www.welt.de/wirtschaft/article152480955/Dutzende-deutsche-Stadtwerke-stehen-vor-der-Pleite.html>

6.7.1 Niedergang der Solarwirtschaft

Erst ging es steil aufwärts: **Solarion AG startet Werksneubau in Zwenkau bei Leipzig** – am 18.05.2011²⁰⁷. *Der Photovoltaikspezialist investierte 40 Millionen Euro und schaffte dabei 90 neue Arbeitsplätze. Insgesamt waren 140 Mitarbeiter in der Anlage mit einer Produktionsfläche von 12000 Quadratmetern tätig. Das jährliche Produktionsvolumen war auf 20 Megawatt ausgelegt. Anfang 2012 nahm die Fabrik ihren Betrieb auf.* Doch schon am 24. August 2015 diese Meldung: **Solarion wird nach zwei Insolvenzen abgewickelt**²⁰⁸.

Und so geht es weiter; ntv berichtete am 20. November 2013²⁰⁹: **Solarworld übernimmt Bosch-Werk. Bosch treibt den Ausstieg aus der Solarsparte voran. Mit der Solarzellenfertigung in Arnstadt verbrennt Bosch Milliarden im Solargeschäft.**

Die Zeitung **Augsburger Allgemeine** beschrieb am 17.05.2017 die Entwicklung dieser Branche²¹⁰. *Noch in den 2000er Jahren lief es für die deutsche Solarindustrie hervorragend. Die rot-grüne Koalition hatte mit dem Erneuerbare-Energien-Gesetz, kurz EEG, die Vergütung von Solarstrom kräftig angehoben.... Unternehmen in China übernahmen die deutsche Expertise und bauten selbst riesige Fabriken zur Herstellung von Solarzellen und -modulen in dieser einfachen Technologie.... Deutschland hat also mit seiner Förderung dafür gesorgt, dass die Solarwirtschaft global wettbewerbsfähig wurde, doch die heimische Wirtschaft hatte wegen der hohen Lohnkosten bald nicht mehr viel davon.... Im Jahr 2013 lag die Beschäftigtenzahl noch bei 56000. Für das Jahr 2015 meldet das Ministerium nur noch 31600 Beschäftigte.... Die aufsummierten Kosten der Solarförderung für den Zeitraum von 2000 bis 2012 liegen bei über 107 Milliarden Euro...die Firma Solarworld hat inzwischen mehrere Insolvenzverfahren durchgemacht...*

Die Märkische Allgemeine berichtete am 19.05.2016²¹¹: **Bosch beendet sein Engagement in der Solar-Industrie in Brandenburg an der Havel und legt die Forschungsabteilung Bosch Solar CISTech GmbH zum Jahresende still. 160 Mitarbeiter sind von der Schließung betroffen.**

Die sächsische Zeitung SZ.de berichtete am 12.07.2018: **Sachsens letzte große Solarfabrik vor dem Aus**²¹². In Freiberg hatte Solarworld einmal mehr als 2000 Menschen beschäftigt. Die aktuellen technischen Zahlen für die Solarbranche können der Homepage der Solarwirtschaft entnommen werden²¹³.

Und das Solar-Chaos geht weiter. So schrieb der Focus am 28.08.2020: **Tausende Anlagen vor Abschaltung**²¹⁴: *Wird Politik nicht aktiv, wandert Strom in die Tonne.* Ab 1. Januar 2021 könnten 18.000 private Haushalte ihre intakten und längst amortisierten Solaranlagen vom Netz nehmen, weil sie nach 20 Jahren aus der EEG-Förderung fallen.

²⁰⁷ <https://www.photovoltaiik-guide.de/solarion-ag-startet-werksneubau-in-zwenkau-bei-leipzig-photovoltaikspezialist-investiert-40-millionen-euro-19693>

²⁰⁸ <https://www.stefanschroeter.com/1126-solarion-wird-abgewickelt.html#.XabcbGbgqUK>

²⁰⁹ <https://www.n-tv.de/wirtschaft/Solarworld-steigt-auf-Bosch-uebertraegt-Arnstaedter-Werk-an-Asbeck-article11795526.html>

²¹⁰ <https://www.augsburger-allgemeine.de/wirtschaft/Der-Niedergang-der-deutschen-Solarwirtschaft-id41477701.html>

²¹¹ <https://www.maz-online.de/Lokales/Brandenburg-Havel/Schluss-bei-Bosch-160-stehen-auf-der-Strasse>

²¹² <https://www.saechsische.de/sachsens-letzte-grosse-solarfabrik-vor-dem-aus-3974602.html>

²¹³ https://www.solarwirtschaft.de/fileadmin/user_upload/bsw_faktenblatt_pv_2019_3.pdf

²¹⁴ <https://flipboard.com/topic/de-bett/tausende-anlagen-vor-abschaltung-wird-politik-nicht-aktiv-wandert-strom-in-die/a-l-6s9XeCQIKOqgFGLxoYPA%3Aa%3A2503098804-b8b8a4669b%2Ffocus.de>

Doch die **grün.power-Community** sagt, wie Sie ihr Solaranlagen retten können²¹⁵: *Wir haben die Lösung für den Weiterbetrieb Ihrer PV-Anlage nach dem EEG. Registrieren Sie hier Ihre Anlage und erfahren Sie mehr!*.

6.7.2 Niedergang der Windenergiebranche

Eine ähnliche Entwicklung wie bei der Solarbranche zeichnet sich auch für die Windenergie ab.

1985 wurde die **Fördergesellschaft Windenergie (FGW)** gegründet²¹⁶ zu einer Zeit, als die ersten größeren Windenergieanlagen in Deutschland errichtet wurden. Damals hat sich die FGW als institutionelle Plattform zur effektiven Verzahnung der technischen, wirtschaftlichen und politischen Aspekte der Windenergienutzung in Deutschland und darüber hinaus etabliert.

Dann kam Schwung in das Thema: Gegründet wurden weitere Windinstitute:

1989 **Windtest Kaiser Wilhelm Koog** wurde 2013 von DNV GL Garrad Hassan Deutschland GmbH übernommen²¹⁷.

1990 **Deutsches Windenergie-Institut (DEWI)** GmbH in Wilhelmshaven, ab 2014 UL International GmbH²¹⁸.

1990 **WIND-consult Rostock**²¹⁹.

2001 **Deutsche WindGuard Consulting GmbH** in Varel²²⁰.

2005 Die Stiftung **OFFSHORE-WINDENERGIE** in Varel²²¹.

Die Branche explodierte förmlich, immer mehr Unternehmen wollten ihr Geschäft machen. Einige Beispiele aus Deutschland:

1984 **ENERCON** in Aurich

1985 **Tacke Windtechnik GmbH & Co. KG** in Salzbergen

1985 **Nordex SE** mit Sitz in Rostock

1986 **VESTAS** Deutschland am deutschen Markt

1976 **MULTIBRID GmbH**, daraus wurde

2000 **Adwen-Gamesa GmbH** in Bremerhaven, dann

2015 **AREVA Wind** in Bremerhaven, dann

2017 **Auflösung**, weil Fusion zu **Siemens Gamesa**
Siemens schließt die Produktionsstätte in Bremerhaven und baut in Cuxhaven eine neue Fabrik auf. Doch der Erfolg will sich nicht so recht einstellen. So schreibt die FAZ am 28.08.2020: „**Siemens Gamesa im Krisenmodus!** .. Es ist gegenwärtig das größte Sorgenkind – mit einem

²¹⁵ https://gruenpower.eu/pv-weiterbetrieb/?gclid=Cj0KCQjwzbv7BRDIARIsAM-A6-33bths8ibQLyEWIRKNPtTwoXdsOMGX2jXSPEagNXIhuch8B4pnCBYaAqqEEALw_wcB

²¹⁶ <https://wind-fgw.de/>

²¹⁷ <https://www.bloomberg.com/profile/company/8120834Z:GR>

²¹⁸ <https://www.windbranche.de/news/nachrichten/artikel-27672-dewi-ist-jetzt-eine-ul-gesellschaft>

²¹⁹ <https://www.wind-consult.de/>

²²⁰ <https://www.windguard.de/>

²²¹ <https://www.offshore-stiftung.de/>

aufgelaufenen Nettoverlust in den ersten neun Monaten 2019/2020 (30. September) von allein 806 Millionen Euro.

- 2008 **REpower** feiert Richtfest seiner Offshore-Fabrik in Bremerhaven, dann
- 2016 **REpower** Systems wird von **Senvion** übernommen
- 2019 **Senvion** beantragt Insolvenz

27.08.2019 - Senvion in Bremerhaven schließt, 200 Mitarbeiter verlieren ihre Arbeitsplätze.

Doch der Stellenabbau geht weiter²²²:

»Die Windindustrie verliert in einem Jahr zehntausende Arbeitsplätze«, schrieb Daniel Wetzel in der Welt am 11.08.2019. »Demnach nahm die Bruttobeschäftigung im Bereich Windenergie an Land von 133 800 Personen im Jahre 2016 bis Ende 2017 auf 112 100 ab. Die Beschäftigtenzahl im Bereich Offshore-Windkraft sank von 27 200 Personen auf 23 000. In nur einem Jahr sind in der Windindustrie insgesamt 26 000 Arbeitsplätze abgebaut worden und damit mehr, als insgesamt in der Braunkohle beschäftigt sind«.

Schon im August 2018 die ersten Schlagzeilen: **ENERCON streicht 835 Stellen bei Zulieferbetrieben**, die exklusiv für das Unternehmen produzieren²²³ (Ostfriesenzeitung vom 23.08.2018) und **2019 weitere 3 000 Stellen**²²⁴. Da ist es nur konsequent, die verfehlte Energiepolitik verantwortlich zu machen und die Politik um Unterstützung zu bitten²²⁵: *die vom Jobabbau beim Windanlagenbauer Enercon betroffen Mitarbeiter, sollen sozial aufgefangen werden*. Das kündigte Sachsen-Anhalts Arbeitsministerin Petra Grimm-Benne (SPD) im November 2019 an.

Der dänische Windanlagenbauer **Vestas** will in seinem brandenburgischen Werk in Lauchhammer rund 500 Arbeitsplätze abbauen, wie das Handelsblatt am 27.09.2019 schrieb²²⁶.

Auch **Nordex** plante schon 2017 den Abbau von 500 Stellen²²⁷.

Die Windbranche hat sich zu lange auf die hohen Subventionen verlassen. Die angestrebten Renditen für die Investoren von über 6% lassen sich nicht mehr realisieren. Folglich gehen die Investitionen zurück. Die von der Bundesnetzagentur ausgeschriebenen Parkleistungen können nur noch zu 50% platziert werden, und von denen werden dann auch nur 50% kurzfristig realisiert.

Doch der nächste Schock kündigt sich schon an: »Das 70 000-Tonnen-Problem der Energiewende«, titelte Daniel Wetzel in der Welt vom 02.11.2019²²⁸.

»Laut der Studie des Umweltbundesamts fallen Tausende Tonnen Rotorblattschrott an, wenn in den nächsten Jahren immer mehr Windräder der ersten Generation das Ende ihrer 20- bis 30-jährigen Lebensdauer erreichen. Allein im Jahr 2021 sind es demnach mehr als 50.000 Tonnen sogenannte GFK-Verbundwerkstoffe. Bis zum Jahr 2038 kann der Abfallberg in der Spitze auf mehr als 70000 Tonnen pro Jahr ansteigen.....das Umweltbundesamt fordert auch den Rückbau der Betonfundamente...«.

²²² <https://www.welt.de/wirtschaft/article198299117/Windindustrie-In-einem-Jahr-26-000-Arbeitsplaetze-abgebaut.html>

²²³ <https://www.oz-online.de/-news/artikel/424786/Enercon-streicht-Stellen>

²²⁴ <https://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/unternehmen/windenergie-enercon-streicht-bis-zu-3000-stellen-16476087.html>

²²⁵ <https://www.heise.de/newsticker/meldung/Enercon-Mitarbeiter-sollen-aufgefangen-werden-Standort-Magdeburg-bleibt-4589787.html>

²²⁶ <https://www.handelsblatt.com/unternehmen/energie/energie-windanlagenbauer-vestas-streicht-500-jobs-in-deutschland/25062676.html?ticket=ST-2035765-7jIWJ6PfaZahuFdE2ddO-ap6>

²²⁷ <https://www.windbranche.de/news/nachrichten/artikel-34398-nordex-streicht-bis-zu-500-stellen>

²²⁸ <https://www.welt.de/wirtschaft/plus202835056/Windrad-Schrott-Das-70-000-Tonnen-Problem-der-Energiewende.html>

Und damit nicht genug: Die Betreiber der Windkraftanlagen legen offenbar auch nicht genug Geld zurück, um den ordnungsgemäßen Rückbau und das Recycling ihrer Altanlagen finanzieren zu können. Laut Studie zeigt sich, dass vor allem ab Mitte 2020 erhebliche Finanzierungslücken bevorstehen. Für das Jahr 2038 prognostiziert das Umweltbundesamt eine Lücke von 300 Millionen Euro.

Doch der BDEW ist da optimistisch²²⁹: **Rückbau - alles gut geregelt!**

Das ist echte Planwirtschaft! Da wird eine Anschubfinanzierung beschlossen, um unser künftiges Energieversorgungsproblem zu lösen. Eine Branche explodiert förmlich. Bis zu 12% Rendite wurden zu Anfang erreicht, die Planzahlen wurden übererfüllt und alles jubelte. Und das Dank dem EEG, das eine bevorzugte Stromabnahme zu einem vertraglich fest gesicherten Abnahmepreis je kWh und für 20 Jahre garantierte. Und jetzt nach 20 Jahren? Die alten Anlagen sind ineffizient und nicht mehr wirtschaftlich zu betreiben. Ohne Subventionen geht halt nichts!! Deshalb ist Repowering angesagt. Die alten Anlagen werden durch neuere mit größeren Leistungen und höheren Türmen ersetzt. Das ist doch gut so: mit gleichem Platzbedarf werden weniger neue Anlagen jedoch mit einer wesentlich höheren Leistung aufgebaut! Und das Beste daran ist, die Anlagen sind wieder wirtschaftlich, denn jetzt beginnt eine neue Förderperiode mit bevorzugter Stromabnahme zu einem vertraglich gesicherten Abnahmepreis je kWh und das garantiert für weitere zwanzig Jahre. Damit kann man doch leben: Unsere Stromversorgungssicherheit wird zwar immer weiter abgebaut, die konventionellen Kraftwerke werden immer unwirtschaftlicher, doch darüber wird nicht geredet sondern nur geklagt.

„Allein 2020 sind in Niedersachsen alte Windkraftanlagen mit einer Leistung von 1 GW aus der EEG-Förderung heraus gefallen, bundesweit geht es um knapp 4 GW. Und mit Blick auf die Klimaziele 2030 sieht es noch dramatischer aus“, schlägt der Umweltminister Olaf Lies Alarm^{230,231}: „Wenn wir jetzt nicht handeln, verlieren wir bis 2030 in Niedersachsen fast 6 GW und bundesweit sogar über 24 GW an installierter Stromleistung“. Das sind rund 50 Prozent der aktuell installierten Windenergieleistung, zu lesen auf dem Solarserver „Das Internetportal für erneuerbare Energien“

Es muss an dieser Stelle jedoch die Frage erlaubt sein, ob es Ziel einer Förderung sein kann, nur mit Fördergeldern allein einen wirtschaftlichen Betrieb zu realisieren, denn die Konsequenzen der überzogenen Förderung und der überhöhten Strompreise werden dann sichtbar:

Die Konsequenzen der überzogenen Förderung und der überhöhten Strompreise werden aber sichtbar:

»Derweilen verabschiedet sich die Industrie und die dazu gehörige Infra-struktur leise weinend aus dem Land«, schrieb die Onlinezeitung achgut am 31.10.2018 im Artikel²³²: GAU im Illusionsreaktor (2): Fröhlich in die Energie-Kulturrevolution.

Und hier ein Überblick über die aktuell abgebauten Stellen in Deutschland (lt. Google):

BASF 6.000, Bayer 12.000, BMW 10.000, Continental 15.000, Covestro 900, Siemens 2.400, Ford 5.000, Volkswagen 7.000, Thyssenkrupp 4.000, Kaufhof 2.600, Kuka 350, Sanofi 140, Deutsche Bank 18.000, WMF 400, Audi 13.500, Bosch 15.000, NordLB 2.400, Goodyear

²²⁹ <https://www.wind-energie.de/themen/anlagentechnik/rueckbau/>

²³⁰ <https://www.ndr.de/nachrichten/niedersachsen/Lies-warnt-Tausende-Windraeder-vor-dem-Aus,windenergie606.html>

²³¹ <https://www.handelsblatt.com/politik/deutschland/windenergie-wir-steuern-auf-eine-katastrophe-zu-niedersachsen-warnt-vor-ende-der-windkraft-foerderung/26117352.html>

²³² https://www.achgut.com/artikel/gau_im_illusionsreaktor_2_froehlich_in_die_energie_kulturrevolution

1.100, Unicredit 2.500, Opel 2.000, Schaeffler 1.300, Airbus 1.100, Telekom 2.000 pro Jahr, EON 5.000, Merck 650, SAP 4.400, Commerzbank 4.300, Miele 770, Windindustrie 26.000. In Summe sind das 165 800 Arbeitsplätze.

6.7.3 Neue Arbeitsplätze durch Rückbau alter Windanlagen

Doch neue Probleme erfordern andere Problemlösungen und schaffen dadurch auch neue Arbeitsplätze. Alte Windanlagen, die aus der EEG-Förderung fallen, werden abgebaut und rückgebaut. Das Baugesetzbuch schreibt klipp und klar vor (§ 35,5), dass ungenutzte Kraftwerke nicht in der Landschaft herumstehen dürfen, sondern zurückzubauen sind und die Bodenversiegelungen beseitigt werden müssen.

Dazu musste sich der Investor verpflichten und dies auch finanziell absichern. Rund 20 000 Euro kostet der Abbau einer 1-MW-Anlage laut Bundesverband Windenergie. Der Bundesverband der Windenergie (BWE) bekräftigt: **Rückbau - alles gut geregelt!**²³³.

Die immissionsschutzrechtliche Genehmigung umfasst Bau und Errichtung wie auch den Betrieb der Windenergieanlage. Wird die Anlage nicht mehr zur Erzeugung von Strom genutzt, wird sie abgebaut, entsorgt, und das Grundstück muss in den ursprünglichen Zustand zurückversetzt werden. Die Bedingungen für den Rückbau werden in der Regel in der Baugenehmigung erwähnt und im Pachtvertrag geklärt.

Das »Zentrum für Ressourceneffizienz« des Vereins Deutscher Ingenieure (VDI) kommt zu dem Schluss, dass eine Gesamtanlage »zu 80 bis 90 Prozent recycelt« werden kann. Stahl und Kupfer fänden Abnehmer, der Beton aus dem Turm könne zerkleinert und weiterverwendet werden. Die Rotorblätter machen je nach Aufbau noch erhebliche Probleme. Ein echtes **Recycling der Rotorblätter** ist kaum möglich, denn sie sind aus Verbundwerkstoffen aufgebaut, beispielsweise aus Glasfasermatten, die eine Innenlage aus Holz umhüllen. Eine Trennung der Schichten wäre aufwendig. »Rotorblätter auf Glasfaserbasis werden geschreddert und in einem speziellen Zementwerk verbrannt«, sagt Fraunhofer-Forscherin Seiler vom Fraunhofer-Institut für Chemische Technologie ICT, Pfinztal. So werde der hohe Brennwert für die energieintensive Zementherstellung genutzt. Die Asche wird dem Zement als Zusatz beigemengt²³⁴.

Auch eine andere Entsorgung sei möglich, klärt Jan Oliver Löffken in Spiegel Wissenschaft auf: *Die Mehrzahl der abgebauten deutschen Anlagen, meist gut gewartet und mit teils reparierten Rotorblättern, sind in Polen, Russland und ehemaligen GUS-Staaten hoch begehrt. »Bei guter Pflege können Anlagen deutlich länger als 20 Jahre betrieben werden«, bestätigt Christian Schnibbe vom Unternehmen wpd, dem deutschen Marktführer unter den Windpark-Projektierern.*

Bei **Offshore-Windkraftanlagen** stellen sich die gleichen Fragen und Probleme, nur dass hier wegen des deutlich höheren Aufwands auch der **Rückbau viel teurer** ist, die Kosten werden auf 2 bis 10 % der Investitionssumme geschätzt. Das Bundesamt für Seeschifffahrt und Hydrographie (BSH) erteilt Genehmigungen für Windparks im Meer nur, wenn eine ausreichend hohe Rückbau-Sicherung zur Verfügung steht. Bei einem Windpark mit 80 Anlagen seien dies durchschnittlich 50 Millionen Euro, erklärt Nico Nolte vom BSH.

²³³

https://www.ict.fraunhofer.de/content/dam/ict/de/documents/medien/ue/UE_klw_Poster_Recycling_von_Windkraftanlagen.pdf

²³⁴

https://www.ict.fraunhofer.de/content/dam/ict/de/documents/medien/ue/UE_klw_Poster_Recycling_von_Windkraftanlagen.pdf

7 Viele Forschungsinstitute leben nicht schlecht davon

Die freie Forschung geht durch »political correctness« verloren. »Wes Brot ich ess, des Lied ich sing«. Der Spruch stammt aus dem 30-jährigen Krieg und der Zeit der Verwerfungen, die die Reformation Luthers mit sich brachte. Bekannte sich der Landesherr, von denen es um das Jahr 1500 viele in Deutschland gab, zu den »Reformierten« oder auch mal wieder zurück zu den »Katholischen«, so hatten ihm die Landeskinder zu folgen und fortan das für diese Kirche geltende Gesangbuch zu verwenden, also die Lieder des Landesherrn (Brotgeber) zu singen. Diese Bedeutung hat die Kirche heute nicht mehr, an ihre Stelle sind die »Klimaprediger« getreten. Heute gibt es einen neuen Glauben: der Glaube, das Klima retten zu können, und das ist ja auch politisch gewollt. Der Glaube kann und muss nicht bewiesen werden, und deshalb verhält man sich, wie es das vorgenannte Sprichwort vorgibt.

Der Club of Rom kämpfte schon 1972 für eine nachhaltige Entwicklung und setzte sich für den Schutz von Ökosystemen ein. Mit dem 1972 veröffentlichten Bericht »Die Grenzen des Wachstums« erlangte der Club of Rom weltweite Beachtung. Prognostiziert wurde darin, dass durch das ungebremsste Wachstum der Erdbevölkerung das Ende der Rohstoffvorkommen vor 2100 erreicht würde²³⁵.

Auf der UN-Umweltkonferenz in Stockholm 1972 wurde die Verpflichtung zum Umweltschutz umfunktioniert zum Klimaschutz. Der damalige Generalsekretär Maurice Strong machte die Treibhausgase, die die reichen Industrieländer ausstoßen, für die Erderwärmung verantwortlich.

Allein mit freiwilligen Maßnahmen dieser Länder könne man aber den Planeten nicht retten, also musste ein anderer Druck aufgebaut werden.

Das Thema war etabliert. Die Begriffe **Ökologischer Fußabdruck** und **Klimakatastrophe** wurden definiert, die heute im Rahmen der CO₂-Diskussion eine bedeutende Rolle spielen und sogar in den EU-Ökodesign-Richtlinien wiederzufinden sind. Das musste nun wissenschaftlich untermauert werden.

7.1 Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)

Die UN gründete 1988 den *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)*²³⁶, ein von den Regierungen unabhängiges wissenschaftliches Gremium, in dem hunderte Wissenschaftlerinnen und Wissenschaftler aus der ganzen Welt mitwirken. Der Auftrag des IPCC besteht darin, weltweit den aktuellen Stand der Klimaforschung zusammenzutragen, zu bewerten und anhand anerkannter Veröffentlichungen den neuesten Kenntnisstand zum Klimawandel zu veröffentlichen. Mit den erforderlich werdenden Aktionen lässt sich nebenbei auch noch lohnend Geld verdienen.

Der IPCC bietet die Grundlagen für wissenschaftsbasierte Entscheidungen der Politik, ohne jedoch konkrete Lösungswege vorzuschlagen oder politische Handlungsempfehlungen zu geben. Mit über 10 000 Teilnehmern aus 178 Staaten wurde 1992 die »UN-Konferenz für Umwelt und Entwicklung«, der so genannte Erdgipfel in Rio de Janeiro, durchgeführt. Verabschiedet wurden dort fünf Dokumente einer »UN-Rahmenkonvention zum Klimawandel«. Die Unterzeichner verpflichten sich darin, das Klima zu schützen. Die Produktion von Klimagasen sollte eingeschränkt werden. Explizit wurde eine Zielvorgabe definiert, nämlich die **wissenschaftliche Grundlage für die anthropogene** (durch den Menschen verursachte)

²³⁵ https://www.1000dokumente.de/index.html?c=dokument_de&dokument=0073_gwa&l=de

²³⁶ <https://www.ipcc.ch/>

Klimaänderung zu liefern. IPCC History and Mission²³⁷: *The Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) was established in 1988 under the auspices of the United Nations Environment Programme and the World Meteorological Organization for the purpose of assessing »the scientific, technical and socioeconomic information relevant for the understanding of the risk of human-induced climate change. It does not carry out new research nor does it monitor climate-related data. It bases its assessment mainly on published and peer reviewed scientific technical literature«. The goal of these assessments is to inform international policy and negotiations on climate-related issues.*

Die physikalische Grundlage lieferte dafür der schwedische Physiker und Chemiker **Svante Arrhenius**. Er veröffentlichte 1895 die **Theorie zum Treibhauseffekt**: *»Kohlendioxid wirkt als Treibhausgas, indem es die von der Erdoberfläche kommende Wärmestrahlung absorbiert und teilweise wieder zurückstrahlt. Dadurch führt eine Erhöhung der CO₂-Konzentration zu einer Erwärmung der Oberfläche«.*

Klimaforscher nahmen diese Aussage zum Thema ihrer Forschungsaktivitäten, obwohl diese Theorie schon 1909 von Dr. Wilh. R. Eckardt. widerlegt wurde²³⁸.

Prof. Dr. **Stephen Henry Schneider** war ein US-amerikanischer Plasmaphysiker und einer der international einflussreichsten Klimawissenschaftler seiner Zeit. Er war über 40 Jahre in der Klimaforschung tätig und hat über 450 wissenschaftliche Publikationen verfasst. Er gründete 1979 eine erste Fachzeitschrift, *Climatic Change*, und prognostizierte, dass eine Verdoppelung des CO₂-Gehalts in der Atmosphäre eine Erwärmung um 1,5°C bis 4,5°C zur Folge hätte²³⁹.

Schon früh während seiner Karriere beschäftigte er sich mit der Frage, wie wissenschaftliche Erkenntnisse zum Klimawandel der Öffentlichkeit am besten vermittelt werden könnten. Er nahm die Empfehlung der Anthropologin Margareth Mead auf und sagte 1989: **»Wir müssen Schrecken einjagen, Szenarien ankündigen, vereinfachende dramatische Statements machen und irgendwelche Zweifel, die wir haben mögen, nicht erwähnen«.** Er war ein engagierter Befürworter von Maßnahmen zum Klimaschutz und eine Leitfigur in der politischen Kontroverse um die globale Erwärmung. Schneider war langjähriger Mitarbeiter des Weltklimarats (IPCC) und ab dem ersten Sachstandsbericht als Autor beteiligt. Er war von 1994 bis 1996 Leitautor in der Arbeitsgruppe I für den zweiten Sachstandsbericht sowie von 1997 bis 2001 koordinierender Leitautor der Arbeitsgruppe II für den dritten Sachstandsbericht. Auch am vierten Sachstandsbericht war er als koordinierender Leitautor der Arbeitsgruppe II sowie an der Erstellung des zusammenfassenden Berichts (*Synthesis Report*) beteiligt.

Der amerikanische Geophysiker und Klimatologe **Raymond Thomas Pierrehumbert** lehrt und forscht seit 2015 an der University of Oxford, nachdem er zuvor über 25 Jahre an der University of Chicago tätig gewesen war. Er befasst sich vorrangig mit den physikalischen Grundlagen klimatischer Prozesse auf Planeten, sowohl innerhalb des Sonnensystems als auch auf Exoplaneten. Zudem zählt er zu den führenden Klimaforschern in Fragen der globalen Erwärmung und war maßgeblich am dritten Sachstandsbericht des Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) beteiligt²⁴⁰.

Er ist einer der maßgebenden Wissenschaftler im Bereich der globalen Erwärmung der Erdatmosphäre. In der Veröffentlichung *Infrarot-Strahlung und planetarische Temperatur*

²³⁷ <https://www.ucsusa.org/resources/ipcc-who-are-they#.WfmReHaDOic>

²³⁸ <https://klimakatastrophe.wordpress.com/2008/10/29/svante-arrhenius-theorie-zum-treibhauseffekt-wurde-schon-vor-100-jahren-in-frage-gestellt/>

²³⁹ <https://news.stanford.edu/news/2010/july/schneider-071910.html>

²⁴⁰ <https://www2.physics.ox.ac.uk/contacts/people/pierrehumbert>

aus dem Jahr 2011 schreibt er (siehe kommentierte Roh-übersetzung von Dipl.-Physiker Jochen Ebel²⁴¹, [Seite 19].

- Der CO₂-Treibhauseffekt ist direkt sichtbar bei Satellitenbeobachtungen mit dem herausgenommenen Graben im IR-Spektrum in der Nähe von 667 cm, ein Merkmal, dessen Details genau mit den Ergebnissen der Berechnungen auf dem Grundprinzip der Strahlungstransportberechnungen übereinstimmen...

*Die genaue Größe der resultierenden Erwärmung **hängt von der ganz gut bekannten Größe an Verstärkung durch Wasserdampf-Feedbacks und von der Größe des weniger gut bekannten Wolke-Feedbacks ab. Tatsächlich gibt es Unsicherheiten in der Größenordnung und den Auswirkungen der anthropogenen globalen Erwärmung, aber die grundlegende Physik des Strahlungsantriebs des anthropogenen Treibhauseffekts ist unangreifbar.***«

Zweifel wurden nur kurz angedeutet, aber nicht zugelassen. Somit wurde CO₂ als Ursache des Treibhauseffekts festgeschrieben und das Forschungsziel eindeutig vorgegeben. Der mögliche Einfluss von Methan (CH₄) spielte dabei auch keine Rolle mehr. Es sollte nicht um alternative Begründungen für mögliche Ursachen des Klimawandels gehen, **sondern, wie es in den Gründungsprotokollen steht, sollte begründet werden, dass der Mensch dafür verantwortlich ist.** So konnten alle Forscher und ihre Forschungsanträge, die den Einfluss der Sonne auf das Klima untersuchen wollten, sofort abgelehnt werden. Ein wissenschaftlicher Nachweis für die anthropogene Ursache konnte bisher nicht erbracht werden. Es werden nur Simulationsergebnisse, die eine gewisse Wahrscheinlichkeit prognostizieren, genannt. Zunehmend finden sich aber Veröffentlichungen, die erhebliche Zweifel anmelden²⁴².

Auch die Veröffentlichung im Januar 2009 von Prof. Dr. Gerhard Gerlich »The Atmospheric CO₂ Greenhouse Effects Within The Frame Of Physics« wurde trotz statistischer thermodynamischer Berechnungen als nicht wissenschaftlich abgewertet, weil angeblich grundlegende Strahlungstheorien nicht beachtet wurden. *Deshalb wurde sie in keiner einzigen uns bekannten Veröffentlichung der IPCC-kritischen Klimaexperten erwähnt oder gar zitiert*, sagte der Physiker Horst-Joachim Lüdecke^{243,244}.

Der dänische Physiker Hendrik Svensmark war von 1988 bis 1993 an der University of California, Berkeley, am Nordic Institute of Theoretical Physics und am Niels-Bohr-Institut tätig. Svensmark wurde zusammen mit Eigil Friis-Christensen 1997 durch eine Arbeit über den Zusammenhang zwischen Kosmischer Strahlung und Klimaveränderung bekannt. Untersucht wurde die Korrelation zwischen kosmischen Strahlen und Wolkenbildung in der unteren Atmosphäre sowie zwischen Sonnenaktivität und kosmischer Strahlung. Die Forscher konnten einen Zusammenhang zwischen der Sonnenaktivität und den Klimaänderungen experimentell, nicht jedoch eine anthropogene Beeinflussung nachweisen²⁴⁵.

Damit war Svensmark nicht im IPCC willkommen; er wurde ausgegrenzt, ja sogar diffamiert.

Stolz wird argumentiert, dass 97% aller Klimaforscher übereinstimmend den anthropogenen Einfluss des Menschen für den Klimawandel verantwortlich machen²⁴⁶.

²⁴¹ <http://www.ing-buero-ebel.de/Treib/Pierrehumbert.pdf>

²⁴² <https://www.welt.de/debatte/kommentare/article13466483/Die-CO2-Theorie-ist-nur-geniale-Propaganda.html>

²⁴³ https://arxiv.org/PS_cache/arxiv/pdf/0707/0707.1161v4.pdf

²⁴⁴ <https://rational.wordpress.com/2010/04/11/widerlegung-zur-veroeffentlichung-von-gerlich-und-tscheuschner/>

²⁴⁵ <https://principia-scientific.org/strong-evidence-that-svensmark-s-solar-cosmic-ray-theory-of-climate-is-correct/>

²⁴⁶ <https://www.anti-spiegel.ru/2020/menschengemachter-klimawandel-wie-einig-ist-sich-die-wissenschaft-wirklich/>

Die Zahl der 97-prozentigen Einigkeit kommt aus einer Metastudie aus dem Jahr 2013 und wird seitdem als nicht angreifbare Wahrheit präsentiert. In dieser Metastudie hat ein gewisser John Cook knapp 12000 Forschungsarbeiten zu den Themen Klima und Umwelt darauf untersucht, ob sie dem Menschen die Schuld am Klimawandel geben oder nicht. Er ging folgendermaßen vor: *Für die Einordnung der zu untersuchenden Veröffentlichungen unterteilte Cook sieben Kategorien. **Kategorie 1** lautete, der Mensch sei zu über 50 Prozent für den Klimawandel verantwortlich. **Kategorie 7** sprach sich gegen den menschlichen Einfluss aus und sagte, der menschliche Einfluss liege bei weniger als 50 Prozent. Die Kategorien 2 bis 6 waren ohne genaue Spezifikation: beispielsweise keine genaue Festlegung, ein bisschen verantwortlich, keine Verantwortung oder gar keine Äußerung.*

*Das Ergebnis ergab für **Kategorie 1**: 64 Arbeiten, also 0,54% und für **Kategorie 7**: 9 Arbeiten, also 0,08%.*

3896 Arbeiten der Kategorien 1 bis 3 machen irgendwie den Menschen verantwortlich, 78 Arbeiten der Kategorien 5 bis 7 bestreiten das und 7790 Arbeiten der Kategorie 4 haben sich nicht geäußert und entfallen damit. Es bleiben also 3896 Arbeiten aus insgesamt 3974 Arbeiten, die den anthropogenen Einfluss nicht ausschließen, das ergibt 97 Prozent.

Auch Prof. Schellnhuber, ehemaliger Leiter des Potsdamer Instituts für Klimafolgenforschung, antwortete am 16. März 2017 schriftlich auf meine Frage, ob an seinem Institut Klimavorhersagen gemacht würden: Zitat »*Streng genommen machen wir am Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung natürlich keine Klima-Vorhersagen. Was wir leisten können, sind Prognosen bzw. Wenn-dann Aussagen basierend auf Szenarien. Einfach gesagt, würde dies zum Beispiel bedeuten, dass, wenn der CO₂-Ausstoß weiter so ansteigt wie bisher (sogenanntes Weiter-wie-bisher-Szenario, entspricht RCP8.5), dann erhalten wir eine globale Erwärmung von 4 bis 5 °C bis zum Ende des Jahrhunderts.*«

Und sein Nachfolger Prof. Edenhofer antwortete nach einem Vortrag unter 6 Augen auf die Frage, was er denn mache, wenn sich herausstellt, dass CO₂ nicht die Hauptursache für die Erderwärmung ist: **Dann müssen wir halt unsere Modelle ändern!!**

Die Simulationsergebnisse können nicht die Entwicklung der letzten 100 Jahre abbilden. Neue Simulationen werden neu interpretiert, wie Prof. Marotzke, Direktor des Hamburger Max-Planck-Instituts für Meteorologie im Spiegel vom 18. November 2018 freudig erklärte²⁴⁷: **Unerwarteter Zeitgewinn im Klima-Szenario: „Unsere Galgenfrist verlängert sich um rund zehn Jahre“.** *Damit haben wir mehr Zeit zur Dekarbonisierung, unsere früheren Klimamodelle waren zu empfindlich!*

Simulationsergebnisse ermöglichen jede gewollte Manipulation, die immer wieder als Schlagzeile wiederholt werden können!

7.2 Agora Energiewende

Nach Verabschiedung des geänderten Atomgesetzes war das Aus der Kernkraftwerke spätestens bis 2022 beschlossen. Als Ersatz für die Kernkraftwerke sollten die regenerativen Energiequellen ausgebaut werden. Zur Unterstützung und zur öffentlichen Förderung dieser Aufgabe wurde 2012 von der privaten Stiftung Mercator²⁴⁸ des Handelskonzerns Metro und der European Climate Foundation (sie firmiert unter *Europe Plattform (SEFEP) gGmbH Smart Energy for Europe* in Berlin) die Berliner Denkfabrik **Agora Energiewende** gegründet²⁴⁹

²⁴⁷ <https://www.spiegel.de/wissenschaft/klimawandel-galgenfrist-verlaengert-a-00000000-0002-0001-0000-000159786817>

²⁴⁸ https://de.wikipedia.org/wiki/Stiftung_Mercator

²⁴⁹ <https://www.agora-energiewende.de/>

Agora Energiewende beschreibt ihre Vision und Mission im Internet:

Wie gelingt uns die Energiewende? Welche konkreten Gesetze, Vorgaben und Maßnahmen sind notwendig, um die Energiewende zum Erfolg zu führen? Agora Energiewende will den Boden bereiten, damit Deutschland in den kommenden Jahren die Weichen richtig stellt. Wir verstehen uns als Denk- und Politiklabor, in dessen Mittelpunkt der Dialog mit den relevanten energiepolitischen Akteuren steht.

Bis zum 8. Januar 2014 war der Diplom-Volkswirt **Rainer Baake** Direktor der Agora Energiewende. 1991 wurde er von Joschka Fischer zum Staatssekretär ins Hessische Umweltministerium berufen. Von 1998 bis 2005 war Baake beamteter Staatssekretär im Bundesumweltministerium unter Jürgen Trittin. In dieser Zeit hatte er die Verantwortung für die umweltpolitischen Großbaustellen der damaligen Bundesregierung: Atomausstieg, Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), Emissionshandel und Kyoto-Protokoll. Von 2006 bis 2012 war Baake Bundesgeschäftsführer der Deutschen Umwelthilfe und beschäftigte sich dort schwerpunktmäßig mit Klima- und Energiefragen. In dieser Funktion baute er Agora Energiewende auf, bis er Anfang 2014 vom Bundespräsidenten auf Vorschlag der Bundesregierung zum Staatssekretär im Bundesministerium für Wirtschaft und Energie berufen wurde. Im März 2018, nach Bildung einer erneuten großen Koalition, erklärte Baake seinen Rücktritt.

Sein Nachfolger als Direktor der Agora Energiewende wurde Dr. **Patrick Graichen**, der ideologisch auf gleicher Linie liegt. Graichen studierte Volkswirtschaftslehre und Politikwissenschaft und promovierte am Interdisziplinären Institut für Umweltökonomie der Universität Heidelberg über kommunale Energiepolitik.

Dr. Patrick Graichen war schon als stellvertretender Direktor unter Rainer Baake tätig. Von 2001 bis 2012 arbeitete er im Bundesumweltministerium – zunächst im Bereich der internationalen Klimapolitik, von 2004 bis 2006 als Persönlicher Referent des Staatssekretärs und ab 2007 als Referatsleiter für Energie- und Klimapolitik.

In dieser Zeit hat er unter anderem die Ausgestaltung der ökonomischen Instrumente des Kyoto-Protokolls, das Integrierte Energie- und Klimaprogramm der Bundesregierung von 2007, das EU-Klima- und Energiepaket 2008 und die Gesetzgebungsverfahren im Bereich des Energiewirtschaftsrechts federführend verhandelt. Das Bundesumweltministerium hat Patrick Graichen für seine Tätigkeit bei Agora Energiewende beurlaubt.

Agora Energiewende ist ein Institut mit klar definierter Ausrichtung, wie es der Selbstbeschreibung zu entnehmen ist: **Förderung einer Klima- und Energiepolitik, die die europäischen Treibhausgasemissionen deutlich senkt.**

Und weiter definiert sie im Internet ihre Arbeitsziele wie folgt. Zitat²⁵⁰:

Agora Energiewende erarbeitet wissenschaftlich fundierte und politisch umsetzbare Wege, damit die Energiewende gelingt. Wir verstehen uns als Denk- und Politiklabor, in dessen Mittelpunkt der Dialog mit den energiepolitischen Akteuren steht.

Agora Energiewende will den Boden bereiten, damit in den kommenden Jahren in Deutschland die richtigen energiepolitischen Weichenstellungen erfolgen. Im Mittelpunkt der Arbeit steht daher der Dialog mit wichtigen energiepolitischen Akteuren darüber, wie die zentralen Ziele der Energiewende erreicht werden können. Ausgewählte politische Entscheidungsträger aus Bund und Ländern, strategische Köpfe aus Wirtschaft und

²⁵⁰ <https://www.agora-energiewende.de/ueber-uns/>

Zivilgesellschaft, Wissenschaftler sowie weitere Multiplikatoren kommen regelmäßig als Rat der Agora zusammen.

Fakten werden entsprechend interpretiert, wie in der veröffentlichten Analyse von Agora zur Energiewende im Stromsektor für 2015 nachgelesen werden kann²⁵¹.

Dort wird der erhöhte Stromexport in 2015 mit 60,9 Terawattstunden als Erfolg der erneuerbaren Energien gefeiert. Verschwiegen wird dabei, dass ein großer Teil dieses Exports zu minimalen Preisen, verschenkt oder sogar mit negativen Strompreisen zur Stabilisierung des Stromnetzes ins Ausland abgegeben werden musste.

Bemängelt wird in der gleichen Veröffentlichung auch der hohe Anteil des in Kohlekraftwerken erzeugten Stroms. **Es wird nicht darauf hingewiesen**, dass für die Bereitstellung der konstanten Netzfrequenz von 50 Hz der Betrieb dieser Grundlastkraftwerke zwingend erforderlich ist und auch bei 100-prozentiger Abdeckung mit regenerativem Strom zusätzlich über 30% in konventionellen Kraftwerken erzeugter Strom für die Netzstabilität erforderlich sind.

Auch Rainer Baake scheute sich nicht, in seiner Veröffentlichung in *Die Zeit* vom 12. Dezember 2014 unter dem Titel »Saubere Wende« Fakten zu verdrehen²⁵². So behauptete er, dass trotz Zuwächsen der regenerativen Energien (Zitat) »*die Stromproduktion aus fossilen Kraftwerken in Deutschland auf gleichem Niveau verblieb*«. Seine Begründung: »*Den Betreibern von Kohlekraftwerken gelang es in den vergangenen Jahren, immer größere Strommengen ins Ausland zu verkaufen*.« Baake erwähnte nicht, dass zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität die konventionellen Kraftwerke ca. 30% des Leistungsbedarfs einspeisen müssen, und darum in vielen Fällen die dann überschüssige Energie aus regenerativen Quellen mit negativen Strompreisen entsorgt werden musste.

Der Volkswirt Jochen *Flasbarth* (SPD) ist seit 2013 Staatssekretär im Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit. In einem Interview am 3. April 2019 wurde ihm die Frage gestellt, welche Energieform nach der Abschaltung der Kohle- und Kernkraftwerke die Grundlast sichern bzw. diese Kraftwerke ersetzen solle. Flasbarth antwortete²⁵³: »*Grundlast wird es im klassischen Sinne nicht mehr geben. Wir werden ein System von Erneuerbaren, Speichern, intelligenten Netzen und Lastmanagement haben.*«

Eine gesicherte Stromversorgung ist jedoch ohne eine garantierte Grundlast nicht realisierbar. Flasbarths Erfahrungen gründen sich auf verschiedene Positionen, die er als Natur- und Umweltschützer aktiv besetzte. 2003 wurde er vom damaligen Bundesumweltminister Jürgen Trittin zum Abteilungsleiter *Naturschutz und nachhaltige Naturnutzung* in das BMUB berufen. In dieser Funktion war er wesentlich an der Vorbereitung von COP 9 (Conference of the Parties) der Biodiversitätskonvention 2008 in Bonn beteiligt. Im August 2009 wurde er Präsident des Umweltbundesamts und 2013 als beamteter Staatssekretär in das BMUB berufen. Bei den Klimaverhandlungen 2015 in Paris war er neben Bundesministerin Barbara Hendricks der wichtigste deutsche Unterhändler zur Erzielung eines relevanten Klimaabkommens.

Agora Energiewende bezeichnet sich selbstbewusst als wichtigstes Beratungsinstitut, das auf **wissenschaftlich fundierten** Erkenntnissen das Bundeswirtschaftsministerium informiert und somit die Richtung der Energiepolitik und deren Gesetze vorbestimmt. Den Abgeordneten bleibt mangels fachlicher Kompetenz und aufgrund des imperativen Mandats, bei dem die Abgeordneten an inhaltliche Vorgaben ihrer Fraktion gebunden sind, nur das Durchwinken der Gesetzesvorlagen.

²⁵¹ <https://www.wind-energie.de/presse/meldungen/detail/agora-veroeffentlicht-analyse-zur-energiewende-im-stromsektor-fuer-2015/>

²⁵² <https://www.zeit.de/zustimmung?url=https%3A%2F%2Fwww.zeit.de%2F2014%2F51%2Fenergiewende-klimawandel>

²⁵³ <https://www.tichyseinblick.de/kolumnen/lichtblicke-kolumnen/energiewender-flasbarth-erklaert-energiewende/>

Das ist die Praxis: Agora definiert Forschungsziele, schreibt diese aus und wählt die dann geeigneten Forschungsinstitute für die Bearbeitung aus.

7.3 Agora Verkehrswende

Agora Verkehrswende wurde im Juli 2016 nach dem Vorbild Agora Energiewende von der privaten Stiftung Mercator und der European Climate Foundation gegründet²⁵⁴. Unter dem Motto »Eine erfolgreiche Energiewende braucht ein klimafreundliches Verkehrssystem« sollen »die notwendigen Grundlagen für eine umfassende Klimaschutzstrategie für den Verkehrssektor in Deutschland bis hin zu seiner vollständigen Dekarbonisierung bis 2050 erarbeitet werden«²⁵⁵.

Die European Climate Foundation (ECF) finanziert vor allem die Entwicklung wirksamer Klimapolitik. Direktor der Agora Verkehrswende ist **Christian Hochfeld**, der nun die Debatte über eine klimagerechte Verkehrswende vorantreiben soll. Christian Hochfeld leitete bei der Deutschen Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) das Programm für Nachhaltigen Verkehr in China, bevor er im Februar 2016 Geschäftsführer der Agora Verkehrswende wurde. Von 2004 bis 2010 war er Mitglied der Geschäftsführung des Öko-Instituts e. V., Institut für angewandte Ökologie, davor seit 1996 wissenschaftlicher Mitarbeiter am gleichen Institut. Seit 2015 ist er Mitglied des Internationalen Beirats der chinesischen Plattform Elektromobilität (China EV100). Er postuliert: »Die direkte Stromnutzung in batterieelektrischen Fahrzeugen für den Straßenverkehr ist nicht nur die energieeffizienteste Option, sondern auch die volkswirtschaftlich günstigste Variante der Dekarbonisierung. Sinkende Batteriekosten und steigende Reichweiten sollen die Elektromobilität attraktiv machen.« Im Zentrum dieser Klimaschutzstrategie steht die Umstellung des gesamten Verkehrssystems von fossilen Kraftstoffen auf Strom oder auf Kraftstoffe aus erneuerbaren Energien. Die Verkehrswende schließt die Effizienzsteigerung im gesamten Verkehrssystem ein, durch Vermeidung unnötiger Verkehre, die Verlagerung auf umweltfreundliche Verkehrsträger sowie Verbesserungen bei den einzelnen Verkehrsträgern. Die klimafreundliche Entwicklung des Stadtverkehrs wird als ein zentraler Baustein des notwendigen Wandels verstanden. Das Ende des Verbrennungsmotors wird schon zum Jahr 2030 angestrebt.

Unterschiedliche Themen werden behandelt und mit Studien veröffentlicht, u.a. zu *Stadtverkehr, Neue Mobilität, Elektromobilität & Fahrzeugtechnik, Kraftstoffe, Fuß- und Radverkehr, Ländlicher Verkehr, Güter Verkehr, Infrastruktur und Sektorkopplung*. Auch Projekte wie *Chancen und Risiken des automatisierten Fahrens, Ladeinfrastruktur in Städten oder Int-E-Grid – Elektromobilität und Stromnetz in Polen und Deutschland* werden bearbeitet.

7.4 Umsetzung der politisch vorgegebenen Ziele

7.4.1 Klare Vorgabe

Das Klima muss gerettet werden. Die Begründung dafür liefern der IPCC und die sich darin engagierenden Wissenschaftler. CO₂ als Ursache der möglichen Erderwärmung wird als gesichert vorausgesetzt. Damit ist die eigentliche Zielvorgabe klar definiert: Vollständige Dekarbonisierung der Energieversorgung, was Verzicht auf jegliche Verbrennung kohlenstoffhaltiger Energieträger, Öl, Kohle, Erdgas heißt. Regierung und Ministerien suchen Unterstützer und gründen neue Stiftungen, Vereine und Institute.

²⁵⁴ <https://www.agora-verkehrswende.de/ueber-uns/agora-verkehrswende/>

²⁵⁵ https://www.agora-verkehrswende.de/fileadmin/Projekte/2017/12_Thesen/Agora-Verkehrswende-12-Thesen-Kurzfassung_WEB.pdf

7.4.2 Aufbau - Entwicklung der wissenschaftlichen Institutionen

Neben den zahlreichen Neugründungen von Instituten und Stiftungen, die durch ihre Forschung zur Klimarettung beitragen wollen, ändern sich auch die Arbeitsschwerpunkte in den schon bestehenden wissenschaftlichen Einrichtungen.

Tabelle 1 stellt eine Übersicht der politisch initiierten Einrichtungen zusammen. Der rechtliche Rahmen wird politisch durch Gesetze, Richtlinien und Verordnungen vorgegeben und medial verstärkt.

Gründung Ort	Name	Selbstdarstellung - Zieldefinition
1971/1986 Berlin	Sachverständigenrat Umweltfragen (SRU)	Beratung der Bundesregierung in Sachen Umweltpolitik, unabhängig, interdisziplinär. Bestimmt selbst die Themen.
1974 Dessau-Roßlau	Umweltbundesamt (UBA)	Deutschlands zentrale Umweltbehörde , Themenpalette reicht von der Abfallvermeidung über den Klimaschutz bis zu Pflanzenschutzmitteln.
1974 Paris	internationale Energieagentur (IEA)	Erforschung, Entwicklung, Markteinführung und Anwendung von Energietechnologien.
1975 Radolfzell	Deutsche Umwelthilfe (DUH)	Kämpft für den Klimaschutz, Reduktion der Treibhausgase , Ausstieg aus der Kohle - nicht nur aus Klimaschutzgründen
1990 Osnabrück	Deutsche Bundesstiftung Umwelt (DBU)	Schutz der Umwelt, ökologische, ökonomische, soziale und kulturelle Projekte, definiert aususchreibende Förderthemen, z.B. Parlamentarier Netzwerk für erneuerbare Energie, Förderzeitraum ab Mai 2018, Dauer 2 Jahre.
1992 Berlin	Beirat globale Umweltveränderung (WBGU)	Politikberatung zum Globalen Wandel, besonders beim Klimawandel
2000 Berlin	Deutsche Energieagentur (dena)	Das Kompetenzzentrum für Energieeffizienz, erneuerbare Energien und intelligente Energiesysteme, als »Agentur für angewandte Energiewende« trägt es zum Erreichen der energie- und klimapolitischen Ziele der Bundesregierung bei.
2012 Berlin	Agora Energiewende	Herausforderungen der Energiewende anpacken, Orientierung an den Klima- und Energiezielen der Bundesregierung und der Europäischen Union, die selbst mit definiert wurden.
2016 Berlin	Agora Verkehrswende	Will zusammen mit Akteuren aus Politik, Wirtschaft, Wissenschaft und Zivilgesellschaft bis 2050 eine vollständige Dekarbonisierung des Verkehrssektors erreichen.
August 2020 Berlin	Expertenrat für Klimafragen	Das Bundeskabinett hat fünf WissenschaftlerInnen in den Expertenrat für Klimafragen berufen. Er unterstützt die Bundesregierung bei der Anwendung des Bundesklimaschutzgesetzes.

Tabelle 1 Einrichtungen, die die politische Arbeit in Sachen Klimaschutz unterstützen

Das Bundesministeriums **für Umwelt**, Naturschutz und nukleare Sicherheit (BMU), das **Umweltbundesamt** (UBA), das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF), das **Bundesministerium für Verkehr** und digitale Infrastruktur (BMVI), das **Bundesministeriums für Wirtschaft** und Energie (kurz BMWi) und das **Bundesministerium für Arbeit und Soziales** (BMAS), alle diese Ministerien lassen sich von den einzelnen Instituten zuarbeiten für die Themen Klimawandel, Energiewende und Elektromobilität und vergeben entsprechende Aufträge für Gutachten und Studien. Gleichzeitig sind sie in den entsprechenden wissenschaftlichen Beiräten vertreten und können so direkt Einfluss nehmen.

Tabelle 2 zeigt die Stiftungen, Vereine und Institute, die nach 1988 gegründet wurden, um das Klima zu retten. Eine gesicherte Finanzierung garantieren ihre politischen

Auftraggeber, die natürlich dann auch ihrem Wunsch entsprechend wunschgemäß bedient werden wollen.

Gründung Ort	Name	Selbstdarstellung - Zieldefinition
1991 Bonn	Germanwatch Verein	Setzt sich für globale Gerechtigkeit und den Erhalt der Lebensgrundlagen ein. » <i>Gemeinsam schaffen wir eine globale Klimagerechtigkeit!</i> «, unterstützt die Musterklage eines mexikanischen Bauern gegen RWE-Kohlekraftwerke
1997 Berlin	Heinrich Böll Stiftung	grüne politische Stiftung, aus dem <i>Stiftungsverband »Regenbogen«</i>
2001 Berlin	Weltrat erneuerbare Energien, gegr. von H. Scheer	Weltweite unabhängige Organisation als Stimme für die Erneuerbaren Energien.
2006 Karlsruhe	iRees - das Institut für Ressourceneffizienz und Energiestrategien	dem Klimaschutz und der Ressourcenschonung verpflichtet, Ziel: nachhaltiger Energie- und Ressourcennutzung.
2007 Berlin	Klima Allianz Deutschland	Bündnis zivilgesellschaftlicher Organisationen für Klimaschutz, strebt Vermeidung der Treibhausgasemissionen an.
2007 Karlsruhe	Energie und Klimaschutz Baden-Württemberg	Zusammenhänge zwischen Energiewirtschaft und Klimaschutz beleuchten.
2009 Potsdam	Institute for Advanced Sustainability Studies (IASS), Gründung als Initiative der Bundesregierung, des Landes Brandenburg und der Forschungsorganisationen der Wissenschaftsallianz	Förderung von Wissenschaft und Forschung zur globalen Nachhaltigkeit im Bereich Klimawandel und nachhaltiger Entwicklung. Ziel, gesellschaftliche Wandlungsprozesse zur nachhaltigen Gesellschaftsentwicklung aufzuzeigen, zu befördern und zu gestalten.
2009 Bremerhaven	Deutsche Klimastiftung Bremerhaven	Setzt sich für den Klimaschutz ein, informiert über den Klimawandel.
2009 Bonn	International Renewable Energy Agency (IRENA)	Regierungsorganisation für <i>erneuerbare Energien</i> im weltweiten Ausbau.
2010 Bonn	Hermann Scheer Stiftung (gGmbH)	Förderung Umwelt- und Klimaschutzes durch Einsatz Erneuerbarer Energien.
2012 Berlin	2-Grad Unternehmerstiftung	Stiftung, die sich für langfristiges Engagement im Klimaschutz engagiert. Ziel ist es, die durchschnittliche globale Erderwärmung auf unter 2° C zu beschränken.

Tabelle 2 Neugründungen der Stiftungen, Vereine und Institute nach 1988

7.5 Und die Wissenschaft macht auch mit

Das Prinzip der Wissenschaft besteht darin, auf wissenschaftlicher Basis reproduzierbare (wiederholbare) und verifizierbare (überprüfbare) Ergebnisse zur Beschreibung von beobachtbaren Naturereignissen zu erhalten. Die Ergebnisse müssen erst von einer breiten wissenschaftlichen Gemeinde nachvollzogen, anerkannt und gesichert sein, bevor daraus eine Theorie abgeleitet wird. Ja, das war einmal! Heute werden *wissenschaftliche*

Erkenntnisse politisch und ideologisch instrumentalisiert, und Wissenschaftler stehen zunehmend unter Druck!

Karl R. **Popper** schreibt in seinem Buch »Auf der Suche nach einer besseren Welt« auf Seite 50:

Wissenschaft ist Wahrheitssuche, und es ist durchaus möglich, dass manche unserer Theorien in der Tat wahr sind. Aber auch wenn sie wahr sind, so können wir das niemals sicher wissen.

Diese Einsicht hatten schon die alten Griechen mit der Platonischen Akademie 500 Jahre vor Christi Geburt. Sie organisierten eine Form des wissenschaftsähnlichen Lehrbetriebs, die unsere wissenschaftliche Entwicklung entscheidend geprägt hat.

Alle folgenden anerkannten Philosophen verstärkten diese Grundauffassung.

René **Descartes** formulierte um 1620 in seinen *Regeln zur Ausrichtung* der Erkenntniskraft:

*Es muss das Ziel der wissenschaftlichen Studien sein, die Erkenntniskraft darauf auszurichten, dass sie über alles, was vorkommt, **unerschütterliche und wahre Urteile herausbringt.***

Auch **Kant** wendet sich mit seinem kritischen Denkansatz »Habe Mut, dich deines eigenen Verstandes zu bedienen« gegen unbewiesene Weissagungen, wie sie von religiösen Propheten und schon damals auch von Politikern gemacht wurden. Er sagte:

»Ich kann, weil ich will, was ich muss«, und kritisch zu wissenschaftlichen Erkenntnissen:

»Wenn die Wissenschaft ihren Kreis durchlaufen hat, so gelangt sie natürlicher Weise zu dem Punkte eines bescheidenen Misstrauens«,

Im Hinblick auf die Zukunft der Wissenschaft sagte **Popper** 1975 in einem Vortrag »Wissenschaft und Kritik« zum 30. Geburtstag des Europäischen Forum Alpbach: »Ich sehe in den neuen gigantischen Organisationen der wissenschaftlichen Forschung eine ernste Gefahr für die Wissenschaft«.

Auch Carl Friederich v. **Weizsäcker** äußerte sich 1978 in seinem Buch »Deutlichkeit« auf Seite 37 dazu: »Wissenschaftliche Wahrheit wird im Gespräch gefunden, sie wird im Meinungsstreit erprobt. Die moderne Wissenschaft verdankt ihren Fortschritt dem Prinzip der Öffentlichkeit, der Freilegung jedes Ereignisses für die Widerlegungsversuche durch die anderen Forscher. Politische Einsicht ist zugleich kontrovers, denn sie ist zugleich Instrument des Machtkampfs«. Weiter führt er auf Seite 46 aus, dass die Gemeinschaft der Wissenschaftler nicht eine Gemeinschaft der fraglosen Wissenden sondern eine Gemeinschaft der in Wahrheit suchenden, einander kritisch verbundener ist.

Er weist aber auch auf Seite 59 darauf hin, dass in großen Firmen und staatlichen Administrationen und Forschungszentren selbstverständlich nicht die volle Äußerungsfreiheit herrscht. Nicht nur im sozialistischen, sondern auch in unserem liberalen System gilt, dass man sich seine Karriere leichter macht, wenn man privat und öffentlich das sagt, was die Vorgesetzten privat und öffentlich hören wollen.

Und auf Seite 163 definiert er die Macht der Wissenschaft:

»Die Wissenschaft stellt Gesetzhypothesen auf und testet sie durch ihre Fähigkeit der Vorhersage. Wer aber Gesetze kennt, die Ereignisse von Experimenten vorherzusagen gestatten, der kann selbst Zukunft gestalten; er hat Macht!«

Bundespräsident Frank-Walter **Steinmeier** (SPD) sieht eine

»tödliche Gefahr für unser politisches Gemeinwesen« darin, dass in der Öffentlichkeit »eine immer aggressivere Abneigung gegen Fakten zu beobachten« sei²⁵⁶.

Er hält es für überlebenswichtig für unsere demokratische Gesellschaft, dass

»Debatten auf der Grundlage von Fakten geführt werden, denn nur so erhalten wir unsere Fähigkeit zum produktiven, Wahrheit suchenden Dialog« (Zitat FAZ online vom 06.12.2016).

Die Aussage von **Artikel 5 (3)** des Grundgesetzes »**Kunst und Wissenschaft, Forschung und Lehre sind frei**«, wird jedoch unterlaufen, indem ideologisch begründete Forschung vom Staat bezahlt wird. Von den Forschungsaufträgen leben die Institute monetär und personell; auch das Equipment wird daraus finanziert. Die gewünschten Forschungsthemen werden bearbeitet, junge Forscher qualifizieren sich darüber mit ihren Promotionsarbeiten, sie passen sich an. So werden die formulierten Forschungsziele erreicht, wie man sie hören möchte.

Die politische, ideologische Ausrichtung der Wissenschaft wird durch **Institutsneugründungen** und durch **Forschungsaufgaben mit klar definierten Forschungszielen** gefördert.

Politische Konsequenzen können aus diesen Erkenntnissen immer nur unter Vorbehalt und auf Zeit gezogen werden. Aber ist die Meinung erst gefasst und veröffentlicht, kann politisch davon kaum wieder abgerückt werden.

Albert Einstein hat es geahnt: »Es ist schwieriger, eine vorgefasste Meinung zu zertrümmern als ein Atom.«

Und der französische Philosoph **Albert Camus** würde nicht widersprechen, nur ergänzen: »Wer keinen Charakter hat, muss sich wohl oder übel eine Methode zulegen.«

Oder um es mit **Friedrich Nietzsche** zu sagen:

»Man hat nur spät den Mut zu dem, was man eigentlich weiß.«

Schon **Konfuzius** warnte vor den Folgen:

»Wer einen Fehler gemacht hat und nicht korrigiert, begeht einen zweiten.«

Die neue Präsidentin der Deutschen Forschungsgemeinschaft (DFG) Katja Becker startete mit dem Motto »Wissenschaft muss alle Menschen ansprechen« die Initiative DFG2020²⁵⁷. Mit »DFG2020 – Für das Wissen entscheiden« will die DFG ihre Überzeugung für eine freie und erkenntnisgeleitete Forschung in die Gesellschaft tragen. In einem Presseggespräch im Wissenschaftsforum in Berlin am 13.01.2020 wies die Präsidentin darauf hin, dass die Freiheit der Wissenschaft nicht mehr und überall selbstverständlich sei, obgleich sie durch die globalen Herausforderungen wie Klimawandel, Artensterben, Ressourcenknappheit und Bevölkerungswachstum immer wichtiger werde. »Deshalb wollen wir unser Bekenntnis für eine unabhängige Wissenschaft in die Gesellschaft tragen und die Menschen in unserem Land dazu einladen, sich ebenfalls dafür zu engagieren.«

²⁵⁶ <https://www.faz.net/aktuell/politik/inland/steinmeier-sieht-toedliche-gefahr-fuer-die-demokratie-14512852.html>

²⁵⁷ <https://news.idw-online.de/2020/01/13/dfg2020-fuer-das-wissen-entscheiden-bundesweite-kampagne-zeigt-den-wert-freier-wissenschaft/>

»**Wissenschaft ist keine moralische Dimension**«, sagt **Dr. Sandra Kostner**, die an der Pädagogischen Hochschule Schwäbisch Gmünd lehrt und forscht, sie spricht von »**Agenda-Wissenschaftlern**«, denen es um Macht, nicht um Erkenntnis gehe. Der **Perspektivwechsel** sei bei vielen nicht erwünscht, sondern sei ihnen verdächtig²⁵⁸.

Diesen Wissenschaftlern gehe es nicht mehr um Erkenntnis, vielmehr hätten sie eine gesellschaftspolitische Agenda, der in der Regel eine Idealgesellschaft zugrunde läge.

Das zeige sich zum Beispiel beim Thema **Klimagerechtigkeit**: Das sei eine Agenda, die durch Wissenschaft verfolgt werde.

All das habe auch Folgen für die **Studenten**: Es sind Lehrende, die Studierende maßregeln, auch über Disziplinierungsmaßnahmen, die hat man beispielsweise in der Notengebung. Es wird dann behauptet: Das dürft ihr nicht sagen, damit darf man sich nicht beschäftigen. Das wird nicht offen kommuniziert, aber letztlich ist klar, dass es so gemeint ist.“

Fazit: Wissenschaftler sind keine Ersatz-Politiker und sollten sich auch nicht so fühlen. Hier besteht offenbar Klärungsbedarf innerhalb der Profession.

Es bleibt zu hoffen, dass sich die Forschungsinstitute daran erinnern, dass **Wissenschaft Wahrheitssuche ist** und keine endgültigen Wahrheiten kennt.

Am Beispiel von Klimawandel und Energiewende wird die politische Vorgehensweise und die Beeinflussung der öffentlichen Meinung durch die Medien gemäß der Kant'schen These »**Wenn wir die Ziele wollen, wollen wir auch die Mittel**« aufgezeigt.

7.6 Die Medien verstärken und profitieren

Und die **Medien als »Vierte Gewalt«** wissen, wie man politische Meinungen beeinflussen und verstärken kann. Dazu lieferte die Anthropologin Margareth Mead methodische Anleitungen. Im Jahr 1975 hielt sie in Bethesda, Maryland USA, einen wegweisenden Vortrag mit der Quintessenz: »Wir stehen vor einer Periode, in der die Gesellschaft Entscheidungen im globalen Rahmen treffen muss ..., was wir von Wissenschaftlern brauchen, sind plausible, möglichst widerspruchsfreie **Abschätzungen**, die Politiker nutzen können, **ein System künstlicher, aber wirkungsvoller Warnungen aufzubauen**, Warnungen, die den Instinkten entsprechen, die Tiere vor dem Hurrikan fliehen lassen. Es geht darum, dass die notwendige Fähigkeit, Opfer zu erbringen, stimuliert wird. Es ist deswegen wichtig, unsere Aufmerksamkeit auf die Betonung großer möglicher Gefahren für die Menschheit zu konzentrieren.«

Begierig wurde diese praktische Anleitung zur Massentäuschung der Öffentlichkeit vom IPCC, der Politik mit voller Unterstützung der Medien und zuletzt sogar von Greta Thunberg mit ihrer jugendlichen Gefolgschaft unter der Überschrift **Klimakatastrophe von Menschenhand gemacht** verbreitet. CO₂ wurde als Ursache des Treibhauseffekts festgeschrieben und das Forschungsziel **der Reduktion von CO₂ eindeutig vorgegeben**. Um CO₂-Emissionen zu reduzieren, braucht man die Energiewende, und das war nun das einzige Thema. Politisch gewollt, medial unterstützt und wissenschaftlich begierig aufgenommen. Über 100 000 Wissenschaftler arbeiten auf diesem Thema, werden dafür bezahlt und qualifizieren sich über Master- und Promotionsarbeiten, den Denkspruch »**Wes Brot ich ess, des Lied ich sing**« immer im Gedächtnis. Was der Chef hören will, wird auch aufgeschrieben, so sind dann auch Folgeaufträge für neue Studien gesichert.

²⁵⁸ https://www.deutschlandfunkkultur.de/forschung-in-gefahr-abhaengige-wissenschaftler-neigen-zur.1005.de.html?dram:article_id=469832

Die Berufsethik der Presse gerät da schnell in Vergessenheit. Im Dezember 1973 veröffentlichte der Deutsche Presserat den **Pressekodex**. Mit den ersten drei Ziffern werden die wichtigsten Regeln genannt, nach denen Informationen veröffentlicht werden sollen²⁵⁹:

Ziffer 1 *Wahrhaftigkeit und Achtung der Menschenwürde*

Ziffer 2 *Sorgfalt*

*Der journalistischen Sorgfaltspflicht soll vor allem durch eine umfassende **Recherche** und Prüfung des Wahrheitsgehalts nachgekommen werden.*

Ziffer 3 *Richtigstellung*

Veröffentlichte Nachrichten oder Behauptungen, insbesondere personenbezogener Art, die sich nachträglich als falsch erweisen, hat das Publikationsorgan, das sie gebracht hat, unverzüglich von sich aus in angemessener Weise richtigzustellen.

*Der Berliner Medien-Professor **Norbert Bolz** sieht die Schuld in einem Meinungsjournalismus, der vor allem Haltung transportiert und weniger die Fakten. Doch die seien oft zu komplex und brächten keine richtige Schlagzeile zustande. Damit könne auch nicht die Auflage erhöht werden, und die breite Masse registriere das überhaupt nicht. Deshalb werde es anders gemacht²⁶⁰.*

Dazu im Folgenden einige Beispiele, wie das Ganze funktioniert.

8 Manipulierte Informationen täuschen die Öffentlichkeit

Die technischen Zusammenhänge der elektrischen Stromversorgung sind komplex. Ein Studium der elektrischen Energietechnik dauert mindestens acht Semester. Die breite Öffentlichkeit besitzt deshalb auch keine speziellen Kenntnisse darüber oder kann die globalen Zusammenhänge dafür nicht abschätzen. Das öffnet die Türen, um gezielte Falschinformationen zur Beeinflussung der öffentlichen Meinung zu verbreiten. Genutzt wird das von Politikern, die sich für ihre Wunschvorstellungen eine größere Akzeptanz erhoffen. Es profitieren auch zahlreiche außeruniversitäre Forschungsinstitute, die sich überwiegend aus Aufträgen politischer Instanzen finanzieren.

Der einfachste Zusammenhang zwischen elektrischer Leistung in kW und der elektrischen Energie in kWh ist vielen nicht bekannt. Wenn behauptet wird, dass ein Windpark zweitausend Haushalte versorgen könnte, heißt das nicht, dass diese Haushalte auch zu jeder Zeit die erforderliche elektrische Leistung daraus beziehen können. Gerechnet wird die erzeugte Energie in kWh, die die Anzahl der Haushalte auch benötigen. Verglichen wird dann der Bedarf der Haushalte mit der **theoretisch erzeugbaren Energie** des Windparks mit seiner installierten Leistung. Darin sind aber die Pausenzeiten bei Flaute, wie auch die Überschussanteile bei zu viel Wind enthalten, die verschenkt oder gar mit negativen Strompreisen entsorgt wurden.

Bei Windflaute steht keine Leistung zur Verfügung, und deshalb bekommen die Haushalte dann den in konventionellen Kraftwerken erzeugten Strom. Die gleiche Rechnung wird auch immer wieder bei den »energieautarken« Häusern gemacht. Bei Überschussstrom wird dieser im Netz entsorgt; diese abgegebene Energiemenge wird dann später bei Strommangel dem Netz wieder entnommen. Im Ausgleich sind beide Energiemengen gleich groß. Dass dann aber bei Strommangel konventionelle Kraftwerke den Strom

²⁵⁹ <https://www.presserat.de/pressekodex.html>

²⁶⁰ <https://www.die-tagespost.de/gesellschaft/feuilleton/Medienwissenschaftler-Bolz-beklagt-Gesinnungsjournalismus;art310,196546>

erzeugen müssen, wird nicht erwähnt, denn das elektrische Versorgungsnetz kann keine Energie speichern.

Genauso falsch ist die Behauptung, ein Windpark würde eine bestimmte Anzahl konventioneller Kraftwerke ersetzen. Dies ist eine rein theoretische Aussage, die die installierte Leistung der Windanlagen mit der Kraftwerksleistung gleichsetzt. Bekanntlich bestimmt die Windgeschwindigkeit in der dritten Potenz die Leistung der Windenergieanlage: Kein Wind, dann auch keine Leistung. Statistisch liefern Windenergieanlagen an Land, die Onshore Anlagen, nur 10% ihrer installierten Leistung. Die Offshore Anlagen im Meer sind da effektiver, sie können bis zu 40% ihrer installierten Leistung im Jahresmittel liefern (s. Kapitel 2.3.5).

Für die Solaranlagen gelten die gleichen Aussagen. Jeder weiß, dass in der Nacht keine Sonne scheint und die Solaranlage deshalb keinen Strom erzeugt.

Im Folgenden nun einige Beispiele für manipulierte Informationen:

8.1 Neue Studie »Windanlagen auf See liefern jeden Tag Strom«

Die Stiftung **Offshore Windenergie** in Varel beauftragte 2017 das Fraunhofer Institut IWES, eine aktuelle Studie zu diesem Thema zu machen²⁶¹.

Den Wunsch erfüllte das Institut natürlich gern.

In einer Pressemitteilung stellte dann die Juristin Dr. Ursula Prall, Vorstandsvorsitzende der Stiftung OFFSHORE-WINDENERGIE, diese 48seitige Studie vor²⁶². »Die Anlagen liefern vergleichsweise konstant Strom und die Erträge sind gut vorhersagbar. Mit einem höheren Anteil der Offshore-Windenergie in den Jahren 2030 bis 2050 wird die Volatilität der Residuallast reduziert, damit sinken der Bedarf und die Kosten zur Bereitstellung von Flexibilität (wie u.a. Reservekraftwerke).«

Doch diese Aussage ist für den Auftraggeber noch nicht deutlich genug. Aber man kennt sich ja und unterstützt sich gern gegenseitig. So wird die Deutsche Windguard in Varel um Unterstützung gebeten. Diese veröffentlicht eine Grafik **Strommix** (Bild 94), die jetzt den gewünschten Zielen entspricht: Dargestellt sind gemittelte Energiewerte, keine Leistung, kein Strom. Die Mittelungszeit wird nicht angegeben. Bei einer Darstellung über den ge-

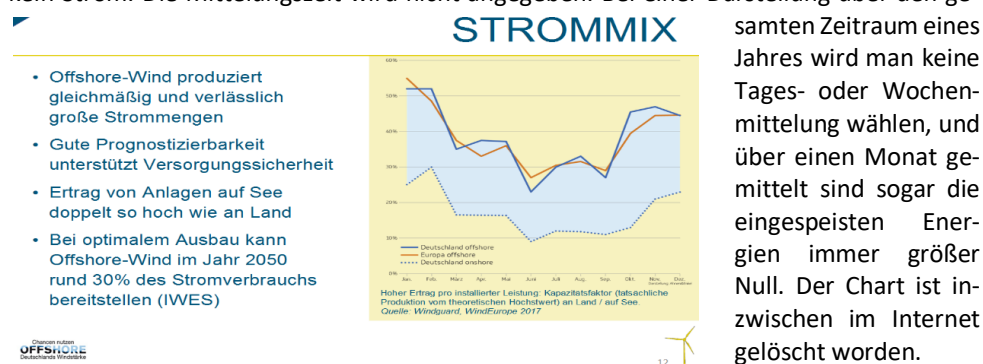


Bild 94. Offshore Anlagen liefern jeden Tag Strom

Fakt ist aber, dass beispielsweise am 11.01.2018 die gesamte Offshore-Leistung < 0,1 GW war, wie Bild 95 entnommen werden kann²⁶³.

²⁶¹ https://www.offshore-stiftung.de/sites/offshorelink.de/files/documents/Studie_Energiewirtschaftliche%20Bedeutung%20Offshore%20Wind.pdf

²⁶² <https://www.offshore-stiftung.de/neue-studie-windanlagen-auf-see-liefern-jeden-tag-strom-dr-ursula-prall-stC3%A4rkerer-ausbau-der>

²⁶³ https://www.agora-energielende.de/service/agorameter/chart/power_generation/09.01.2018/14.01.2018/

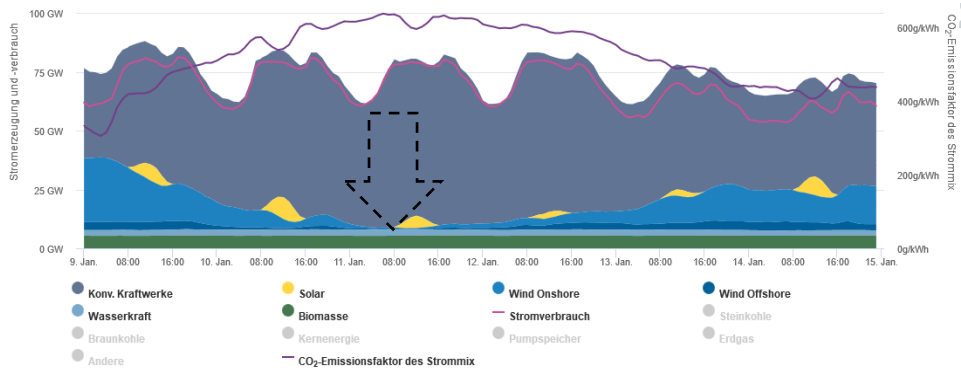


Bild 95. Stromerzeugung und Verbrauch in der Zeit vom 9. Bis 15. Januar 2018²⁶³

Und noch ein Beispiel:

8.2 100% regenerative Energien für Strom und Wärme

Am 12. November 2012 veröffentlichte das Fraunhofer Institut ISE die oben betitelte Studie²⁶⁴. Für eine Winterwoche wird dann auf Seite 21 festgestellt:

*Sobald die notwendige Energie aus diesen Speichern nicht mehr ausreicht, **springt das Spitzenlastkraftwerk (GuD) zur Versorgung an.***

Unterstützt wird dieses Kraftwerk durch die Strombereitstellung der zentralen KWK-Anlagen (Blockheizkraftwerke).

Auf Seite 31 der Studie wird dann zusammengefasst: *Die Bereitstellung von 100 % erneuerbaren Energien im Strom- und Wärmesektor Deutschlands ist **technisch möglich. Außerdem benötigt ein solches Energiesystem einen Langzeitspeicher in Form synthetischen Gases (Methan), das aus erneuerbarem Strom erzeugt wird.***

Das sind wohl die Wünsche und Träume der Verfasser der Studie.

In einer Studie vom 8. März 2016 veröffentlichte Dipl.-Ing. Kaspar vom Fraunhofer Institut IWES *Kombikraftwerk*²⁶⁵:

Ist eine 100% regenerative Stromversorgung technisch möglich?

Er stellt darin auf Seite 26 fest: *Eine sichere und stabile Stromversorgung Deutschlands aus 100% erneuerbaren Quellen ist zukünftig technisch möglich, wenn erneuerbare Erzeugung, Speicher und Backupkraftwerke mit erneuerbarem Gas intelligent zusammenwirken.*

In anderen Veröffentlichungen des Fraunhofer Instituts wird in diesem Zusammenhang auch darauf verwiesen, dass Backup Kraftwerke mit einer Leistung von ca. 60 GW erforderlich wären.

Festzuhalten ist aber, dass eine 100-prozentige Stromversorgung nur aus erneuerbaren Energien derzeit technisch absolut ausgeschlossen und auch nicht absehbar ist.

Das hat auch die Bundesnetz Agentur so festgestellt, wie im Kapitel 3 schon ausgeführt wurde.

²⁶⁴ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/studie-100-erneuerbare-energien-fuer-strom-und-waerme-in-deutschland.pdf>

²⁶⁵ https://daten.verwaltungsportal.de/dateien/news/3/2/5/1/6/1/kaspar_knorr_komikraftwerk_benw.pdf

Bei einer regenerativ installierten Leistung zwischen 127 GW bis 181 GW wären weiterhin konventionelle Kraftwerke zwischen 80 GW bis 67 GW erforderlich! Im Klartext bedeutet dies, dass ein zweites, komplett konventionelles Stromversorgungssystem vorgehalten werden muss! Das muss dann der Stromkunde auch bezahlen und der Strompreis steigt und steigt (s. Kapitel 3)!

9 Exportieren wir massiv PV-Strom ins europäische Ausland?

Das untersucht das Fraunhofer Institut ISE in der Studie **»Aktuelle Fakten zur Photovoltaik in Deutschland«** vom 07.01.2020 und kommt auf Seite 22 zu nachstehender Schlussfolgerung²⁶⁶:

»Nein, der gewachsene Exportüberschuss kommt v.a. aus Kohlekraftwerken. Die Monatswerte zeigen, dass der Exportüberschuss ausgerechnet im Winter auffällig hoch liegt, also in Monaten mit einer besonders niedrigen PV-Stromproduktion. Der mittlere, bei der Stromausfuhr erzielte Preis pro kWh liegt seit einigen Jahren etwas unterhalb des mittleren Einfuhrpreises... Dass der deutsche Kraftwerkspark vermehrt für den Export produziert, dürfte auch mit den geringen Erzeugungskosten für Kohlestrom, insbesondere den geringen CO₂-Zertifikatspreisen der letzten Jahre zusammenhängen.«

Kein Hinweis auf die erforderliche Mindestleistung von konventionellen Kraftwerken zur Aufrechterhaltung der Netzstabilität (s. Kapitel 3). Auch kein Hinweis, dass der Überschussstrom aufgrund der Winterstürme durch die Windenergieanlagen erzeugt wurde. Auch wird nicht erklärt, wie die Kraftwerke mit negativen Strömen ihre Gewinne einfahren können. Aber mit diesen Halbwahrheiten wird die Öffentlichkeit bewusst getäuscht!

9.1 Die Medien unterstützen den Zubau von Windenergieanlagen

WindGuard veröffentlichte im Auftrag des Bundesverbandes der Windenergie (BWE) und des Verbandes Deutscher Maschinen- und Anlagenbau e. V. (VDMA) im Herbst 2019 den **»Status des Windenergieausbaus an Land in Deutschland«**²⁶⁷:

Danach wurden im ersten Halbjahr 2019 in Deutschland Onshore 86 Windenergieanlagen (WEA) errichtet. Das entspricht einem Brutto-Zubau von 287 MW und stellt den geringsten Zubau in einem Halbjahr seit Einführung des Erneuerbaren Energiegesetzes dar. Von den 86 Anlagen sind 51 abgebaute alte Anlagen abzuziehen. Davon wurden 12 Anlagen mit 41 MW durch Repowering ersetzt, so dass sich netto ein Leistungszubau von 231 MW ergibt. Das ist der geringste Zubau seit Beginn der Energiewendezeiten. Offshore kamen 68 Anlagen mit 373 MW hinzu.

Mit dem Repowering startet dann wieder eine neue Förderperiode. Der Strom wird vorrangig wie bisher mit einer festen Vergütung für 20 Jahre abgenommen. 2020 betrug diese Anfangsvergütung 7,91 Cent/kWh, wenn die zu ersetzenden Anlagen vor 2002 in Betrieb gegangen sind [248] (siehe auch Kapitel 6.5.1).

Die 2019 insgesamt installierte Leistung aller **30956** WEA-Anlagen stieg um 2,047 GW auf 60,4 GW. Doch allen Anlageherstellern geht es wirtschaftlich schlecht, der Zubau ist praktisch eingebrochen. Hilfe wird gefordert, und die bot sich unter der Schlagzeile **»Rekord beim Windstrom - aber kaum neue Anlagen«** geradezu an. Das Thema wurde sofort von

²⁶⁶ <https://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/aktuelle-fakten-zur-photovoltaik-in-deutschland.pdf>

²⁶⁷ https://www.wind-energie.de/fileadmin/redaktion/dokumente/publikationen-oeffentlich/themen/06-zahlen-und-fakten/20190725_Factsheet_Status_des_Windenergieausbaus_an_Land_-_Halbjahr_2019.pdf

allen überregionalen Zeitungen und auch vom kleinsten Tageblatt aufgenommen^{268,269}. Alle berichteten unter der gleichen Überschrift, und auch die Finanzmärkte reagierten. Wallstreet online schrieb am 02.12.2019²⁷⁰:

Der Ausbau der Windenergie in Deutschland stockt, die Stromerzeugung mit Wind erreicht dagegen Rekordwerte. Bis zum Wochenende hatten die Windräder an Land und auf See nach Berechnungen des Energiekonzerns E.on fast 108000 Gigawattstunden (108 TWh) Strom erzeugt. Das seien etwa 15 Prozent mehr als zum gleichen Zeitpunkt des vergangenen Jahres und fast genauso viel wie im gesamten vergangenen Jahr. Mit der in diesem Jahr bereits erzeugten Menge an Windenergie ließe sich E.on zufolge der Stromverbrauch aller deutschen Haushalte für ein komplettes Jahr decken. Grund für den Rekord sei das bisher ungewöhnlich windreiche Jahr 2019. Intensive Tiefdruckgebiete hätten im Frühjahr und im Herbst für überdurchschnittlich viel Windstrom gesorgt. Ende November hätten zudem Ausläufer des ehemaligen Tropensturms »Sebastien« die Windräder besonders kräftig angetrieben. Nach Zahlen der Bundesnetzagentur lieferten Windkraftanlagen am Donnerstag rund 48 Prozent der an diesem Tag in Deutschland erzeugten Strommenge.

Zunächst ist wieder festzuhalten, dass nur von der Energie in Gigawattstunden gesprochen wird. Wenn aber alle Haushalte mit Strom versorgt werden könnten, müsste auch **jederzeit** die erforderliche Leistung zur Verfügung stehen, das wären durchschnittlich 15 GW und entspräche 25% des minimalen Leistungsbedarfs der Bundesrepublik von 60 GW. In den Monaten April bis September 2019 war das aber nicht gegeben, wie dem Bild 48 auf Seite 56 zu entnehmen ist. Sechs Monate betrug die Windleistung weniger als 12 GW bei 59,4 GW installierter Leistung. Es gab auch Zeiten, in denen eine noch geringere Windleistung zur Verfügung stand.

Verschwiegen wird auch, dass über einen Zeitraum von 89 Tagen in den Monaten Januar bis März 2019 während der Frühjahrsstürme ca. 10 Gigawatt zu einem geringen, teilweise sogar negativen Strompreis exportiert wurden, das entspricht einer Energiemenge von 21,4 GWh. Auch bei den Herbststürmen in 2019 fiel sehr viel Windleistung an, wobei auch während einer Zeitspanne von 30 Tagen ca. 7 GW zu einem Preis von ca. 4 Cent je kWh exportiert wurden (siehe auch Kapitel 4.1).

Der gewünschte Eindruck, dass viel mehr Windenergie gewonnen werden könnte, wenn nur mehr Anlagen verfügbar wären, relativiert sich damit. Wären diese Anlagen verfügbar gewesen, hätte auch entsprechend mehr Leistung exportiert werden müssen und das zu noch geringeren Exportpreisen je kWh.

9.2 Der Irrweg zur Dekarbonisierung unserer Energieversorgung

Die Forderung nach sofortigem »Kohleausstieg« ist verantwortungslos und zeugt von absoluter Unwissenheit über die Modalitäten der elektrischen Stromerzeugung in Deutschland. Fakt ist, dass in 2019 die Braun- und Steinkohlekraftwerke mit einer installierten Leistung von 43,6 GW netto 150,4 TWh geliefert haben, das entspricht 26,3% des gesamten Jahresbedarfs der Bundesrepublik. **Sollte aber die Leistung aller Braun- und Steinkohlekraftwerke von 43,6 GW durch neue Wasser- und Gaskraftwerke ersetzt werden, fehlen noch 38,1 GW, dafür müssten 47 neue Gaskraftwerke á 800 MW gebaut werden.**

Für die derzeit geplanten neuen Gaskraftwerke finden sich kaum noch Investoren. Der wirtschaftliche Betrieb dieser Kraftwerke ist aufgrund der Bevorrechtigung der

²⁶⁸ <https://www.welt.de/wirtschaft/article203938932/Rekord-beim-Windstrom-aber-kaum-neue-Anlagen.html>

²⁶⁹ <https://www.mz-web.de/wirtschaft/rekord-beim-windstrom---aber-kaum-neue-anlagen-33545662>

²⁷⁰ <https://www.wallstreet-online.de/nachricht/11945219-rekord-windstrom-anlagen>

regenerativen Quellen nur schwer möglich (s. Kapitel 3). Auch gibt es seit 28.09.2020 von den Klimaaktivisten „Ende Gelände“ die ersten Blockaden von Gaskraftwerken²⁷¹: Würden die bestehenden Gaskraftwerke mit 31,7 GW abgeschaltet und würden auch keine weiteren gebaut, fehlen 69,8 GW. Ein unvorstellbarer Zustand; denn dann hätten wir keine elektrische Stromversorgung mehr.

Die Behauptung, dass Kohlendioxid (CO₂) hauptverantwortlich sei für die Erderwärmung, ist wissenschaftlich nicht gesichert. Im September 2019 haben 500 Klimaforscher einen offenen Brief an den Generalsekretär der UNO geschrieben und darauf hingewiesen, dass es keine Klimakatastrophe gäbe²⁷².

Auch der israelische Klimaforscher **Nir Joseph Shaviv** ist überzeugt, dass es »keinen direkten Beweis dafür gibt, wonach CO₂-Schwankungen zu großen Temperaturschwankungen führen²⁷³.« Das von Menschen produzierte CO₂ spiele beim Klimawandel lediglich eine untergeordnete Rolle. Er ist der Überzeugung, dass zwischen 50 Prozent und zwei Dritteln der globalen Erwärmung auf die Aktivitäten der Sonne zurückzuführen seien.

Ebenso zweifelt Prof. Dr. Martin Heimann, Leiter der Abteilung für Biogeochemische Systeme im **Max-Planck-Institut für Biogeochemie in Jena** an, dass CO₂ beim Klimawandel die Hauptverantwortung trägt²⁷⁴.

Prof. Rolf Henke vom **DLR-Institut für Physik der Atmosphäre** in Oberpfaffenhofen beschreibt den Einfluss von Kondensstreifen (Zirren) auf das Klima. Er schließt nicht aus, dass dieser Einfluss auf die Wärmeabstrahlung der Erde größer sein kann als der Einfluss durch CO₂²⁷⁵.

In gleicher Weise äußert sich auch Das **Leibniz-Institut für Troposphärenforschung in Leipzig**. Es untersucht die Aerosolprozesse von der Partikelbildung bis zur interkontinentalen Ausbreitung sowie den Einfluss von Partikeln aus dem Meer auf die Wolken und das Klima. Wie sich die relevanten Prozesse im troposphärischen Multiphasensystem den natürlichen und anthropogenen Regimen zuordnen lassen, ist noch nicht endgültig geklärt. Danach kann **der alleinige Einfluss von CO₂** nicht abschließend behauptet werden²⁷⁶.

Auf der internationalen Klimakonferenz am 22. bis 23. November 2019 in München hat der renommierte Geologe **Sebastian Lüning** auf offensichtliche Ungereimtheiten in den IPCC-Sachstandsberichten zu der Entwicklung der Klimaänderungen hingewiesen²⁷⁷. Doch das nehmen die Klimaaktivisten nicht zur Kenntnis.

Nicht zuletzt ist der von Deutschland emittierte CO₂-Anteil so gering, dass er in der Weltbilanz kaum einen Einfluss hat. Mit 2,06 Prozent liegt Deutschland hinter Russland und Japan im Ranking auf Platz 6²⁷⁸. Doch diese Zweifel werden politisch nicht zur Kenntnis genommen. Augen zu und durch heißt das Motto. Ein schnellerer Kohleausstieg wird ständig in allen Medien gefordert. Wenn die Politiker die Energiewende als gescheitert darstellen würden, erlitten sie einen Gesichtsverlust, der dann auch bei zukünftigen politischen Aussagen sofort Zweifel aufkommen ließe.

²⁷¹ <https://www.welt.de/politik/deutschland/article216653072/NRW-Ende-Gelaende-blockiert-Tagebau-Garzweiler-und-Gaskraftwerk.html>

²⁷² <https://www.tichyeseinblick.de/daili-es-sentials/500-wissenschaftler-erklaren-es-gibt-keinen-klimanotfall/>

²⁷³ https://www.achgut.com/artikel/der_mann_dem_sie_die_sonne_uebelnehmen

²⁷⁴ https://www.bgc-jena.mpg.de/farm/BGC/uploads/veranstaltungen/1392800169_document_1__2014.pdf

²⁷⁵ https://www.dlr.de/content/de/downloads/news-archiv/2011/20110330_klimaerwaermung-durch-kondensstreifen-zirren_735.pdf?__blob=publicationFile&v=13

²⁷⁶ <https://www.tropos.de/aktuelles/pressemitteilungen/details/wie-wirkt-sich-russ-auf-das-klima-aus>

²⁷⁷ https://www.youtube.com/watch?v=0Re8K3_gxQ&feature=youtu.be

²⁷⁸ <https://de.statista.com/statistik/daten/studie/179260/umfrage/die-zehn-groessten-co2-emittenten-weltweit/>

9.3 Meeresspiegel-Anstieg

Vor uns die Sintflut? Wassertemperatur und Meeresspiegel steigen seit Jahrhunderten an, in der Arktis und Antarktis schmilzt das Eis, während Starkregen, Hitzeperioden und Stürme immer häufiger auftreten [257]. Panik wird durch die Medien geschürt. So veröffentlichte der Spiegel schon 1986 auf der Titelseite seiner Nummer 44 das Bild 96 mit den möglichen katastrophalen Auswirkungen. Durch die Klima-Katastrophe steht der Kölner Dom im Meerwasser²⁷⁹.

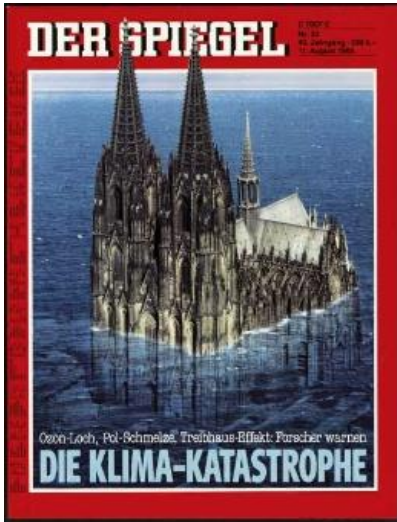


Bild 96. Kölner Dom im Meerwasser- Titelbild der SPIEGEL-Ausgabe 33/1986

Das **Deutsche Klima-Konsortium** beobachtet weltweit die Veränderungen des Meerespiegels²⁸⁰. Bild 97 und Bild 98 wurden 2017 veröffentlicht. Danach stieg der Meeresspiegel in der Zeit von 1993 bis 2012 weltweit konstant an, auf der Nordhalbkugel mit weniger als 1 mm pro Jahr.

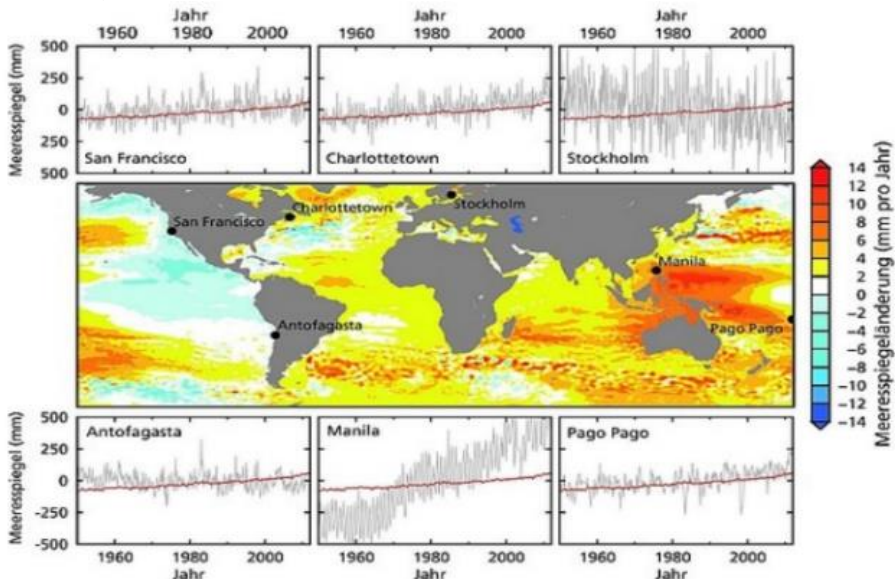


Bild 97. Meeresspiegeländerungen in mm /Jahr an den unterschiedlichen Küsten (FAQ 13.1 Abbildung 1 – Quelle: IPCC 2014, Klimaforschung und Klimawandel)

²⁷⁹ (<https://www.spiegel.de/spiegel/print/index-1986.html>)

²⁸⁰ <https://www.deutsches-klima-konsortium.de/de/klimafaq-13-1.html>

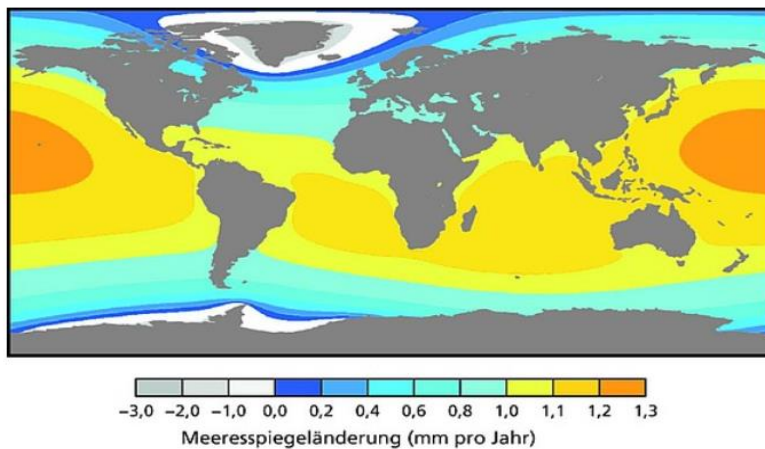


Bild 98. Meeresspiegeländerungen im Vergleich an den Küsten der Weltmeere²⁸⁰ (FAQ 13.1 Abb. 2)

Quelle: IPCC, Chapter 13 from Church, J.A., P.U. Clark, A. Cazenave, J.M. Gregory, S. Jevrejeva, A. Levermann, M.A. Merrifield, G.A. Milne, R.S. Nerem, P.D. Nunn, A.J. Payne, W.T. Pfeffer, D. Stammer and A.S. Unnikrishnan, 2013: Sea Level Change. In: *Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change* [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Aber diese Fakten werden nicht publiziert, vielmehr wird vor einem Meeresspiegelanstieg



von über 1 m gewarnt. Die Welt berichtete am 31.10.2019 unter dem Titel: **»Neue Studie sieht Bremen und Papenburg unter Wasser verschwinden«**, wie die Prognosen von Climate Central in der Zeitschrift Nature veröffentlicht wurden²⁸¹. Gezeigt werden in Bild 99 die zu erwartenden Überschwemmungsgebiete an der Nordseeküste.

Es findet sich aber kein Hinweis auf die Existenz der Deiche²⁸²!

Bild 99. Große Teile der Nordseeküste werden den Berechnungen zufolge betroffen sein

Auch das ZDF berichtete darüber am 27.09.2019: **Meeresspiegel steigt stark an - Wie der Klimawandel Nord- und Ostsee gefährdet**²⁸³.

²⁸¹ <https://www.welt.de/wissenschaft/article202781106/Klimawandel-Hochwasser-bedroht-mehr-Menschen-als-angenommen.html>

²⁸²

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/hochwasser_kustenschutz/kustenschutz/antworten_auf_haufig_gestellte_fragen/kuestenschutz-und-deichbau-in-niedersachsen-45182.html

²⁸³ <https://www.zdf.de/nachrichten/heute/wie-gefaehrlich-ist-der-klimawandel-fuer-die-nordsee-100.html>

Am 20. Mai 2020 formulierte Prof. Stefan Rahmstorf vom Potsdam-Institut für Klimafolgenforschung (PIK) als Ko-Autor in einer Studie²⁸⁴: *Der Meeresspiegel könnte bis 2100 um mehr als 1 Meter ansteigen: Umfrage unter 100 Experten! Die Wissenschaftler zeigen die verbleibenden Unsicherheiten auf, erklären aber auch, wie klar jetzt sei, dass frühere Schätzungen des Meeresspiegelanstiegs zu niedrig waren. Die von Wissenschaftlern der Nanyang Technological University (NTU) in Singapur geleitete Studie erscheint in dem Nature Partner Journal Climate and Atmospheric Science.* Bild online übernimmt das sofort als Schlagzeile.

Der Niedersächsische Landesbetrieb für Wasserwirtschaft, Küsten- und Naturschutz (NLWKN) nennt dagegen andere Daten: Der relative **Meeresspiegelanstieg** am Pegel der ostfriesischen Insel Norderney ist um 2,32 mm/Jahr angestiegen und wurde für die deutsche **Nordseeküste** insgesamt auf 2 mm/Jahr geschätzt, während er bei Hirtshals im Norden Dänemarks um -0,23 mm/Jahr gesunken ist. Der Pegel Norderney zeigt mit 0,18 cm/Jahr einen ähnlichen Trend. Gegen Ende des 18. Jahrhunderts sind im deutschen Küstengebiet erste Pegelmessungsstationen errichtet und betrieben worden, um die Wasserstandsentwicklung zu dokumentieren. Die Auswertung langer Pegelaufzeichnungen ergibt einen säkularen Anstieg des mittleren Tidehochwassers von ca. 25 cm in 100 Jahren an der offenen Küste. Dieser Anstieg setzt sich aus einer Erhöhung des Wasserspiegels und einer Landsenkung zusammen und unterlag dabei gewissen Schwankungen. NLWKN sagt: **Mit dem Norderneyer Pegel kann aber nach wie vor ein beschleunigter Anstieg des Meeresspiegels nicht nachgewiesen werden**²⁸⁵.

9.4 Gefahr durch Kohlekraftwerke

Kohlekraftwerke sind Luftverschmutzer, erzeugen das Treibhausgas Kohlendioxid und führen so zur Klimakatastrophe. Und das muss nun ständig von den Klimaaktivisten wiederholt werden. Eine Studie des World Wide Fund For Nature (WWF) kommt sogar zu dem Ergebnis, dass Kohlekraftwerke für 23000 vorzeitige Todesfälle in Europa verantwortlich sind. Das dazu passende Bild 100 wird auch gleich mitgeliefert²⁸⁶.

²⁸⁴ <https://www.pik-potsdam.de/de/aktuelles/nachrichten/der-meeresspiegel-koennte-bis-2100-um-mehr-als-1-meter-ansteigen-umfrage-unter-100-experten>
285

https://www.nlwkn.niedersachsen.de/startseite/hochwasser_kustenschutz/kustenschutz/antworten_auf_haufig_gestellte_fragen/kuestenschutz-und-deichbau-in-niedersachsen-45182.html

²⁸⁶ https://de.wikipedia.org/wiki/Niederau%C3%9Fem#/media/Datei:Niederau%C3%9Fem_Impression.JPG



Bild 100. Tödliche Kohle-Glocke über Europa – Kraftwerk Niederaußem in Bergheim
Quelle: Achim Raschka / CC-BY-SA-4.0

Die abgebildeten »Rauchschwaden« der Bilder 100 und 101 können Laien schon sehr beeindrucken. Die weißen Emissionen sind reiner Wasserdampf aus den Kühltürmen, ohne jede Verschmutzung vom Kraftwerk.

Erschreckend ist, dass alle Medien diese Bilder immer wieder zeigen, um damit vor den Gefahren zu warnen. Sogar das Ärzteblatt hält sich dabei nicht zurück: In einer Veröffentlichung aus dem Jahr 2013 warnte es vor **Gesundheitsschäden durch Kohlekraftwerke: Neue Studie befeuert Debatte**²⁸⁷. *Schadstoffe aus Kohlekraftwerken machen krank. Die Folgekosten für Gesundheitswesen und Volkswirtschaft betragen in Deutschland bis zu 6,4 Milliarden Euro pro Jahr....*



Bild 101. links:Kraftwerk Duisburg Walsum (Author: Regionalplaner), rechts Foto dpa

Greenpeace spricht von etwa 3100 vorzeitigen Todesfällen pro Jahr in Deutschland²⁸⁸ und zeigt dazu Luftaufnahme des Braunkohlerevierts zwischen Spremberg und Weißwasser in der Lausitz. Die immer wieder veröffentlichten Bilder von „rauchenden“ Kühltürmen sollen die angebliche Gefährlichkeit der Kohlekraftwerke unterstreichen.

²⁸⁷ <https://www.aerzteblatt.de/archiv/138004/Gesundheitsschaeden-durch-Kohlekraftwerke-Neue-Studie-befeuert-Debatte>

²⁸⁸ <https://www.greenpeace.de/themen/energie/wende-fossile-energien/kohle/schmutzig-gemacht>

Die wahren Fakten moderner Steinkohlekraftwerke werden ignoriert. Das Steinkohlekraftwerk der Firma **ONYX, früher engie**, in Wilhelmshaven mit einer Leistung von 731 MW ging im März 2014 mit Volllast ans Netz²⁸⁹ (Bild 102).

Es ist nach Aussage von **ONYX**:

»Das modernste und umweltfreundlichste Steinkohlekraftwerk seiner Art. Mit einem Wirkungsgrad von 46% übertrifft es weit den deutschen und europäischen Durchschnitt.«

Es ist auch wichtig zu wissen, dass **Onyx** alle gesetzlich vorgegebenen Emissionsgrenzwerte **unterschreitet**. Die weiße Fahne aus dem Schornstein in Bild 102 wird in der Bevölkerung oft sehr kontrovers diskutiert. Darin ist auch das Rauchgas enthalten, inclusive der schädlichen Gase **Schwefeldioxid** (SO₂) und **Stickoxid** (NO_x). Doch zu sehen ist Wasserdampf, der aufgrund der niedrigen Rauchgastemperatur direkt nach dem Austritt aus dem Schornstein kondensiert.



Bild 102. Steinkohlekraftwerk der Firma ONYX Power - vormals *engie* in Wilhelmshaven (privat)

Wie die Wilhelmshavener Zeitung am 1. Juli 2020 berichtete, verkündete der niedersächsische Umweltminister Olaf Lies und die SPD Bundestagsabgeordnete Siemtje Möller, dass das Onyx Kraftwerk mit den milliardenschweren Förderprogrammen bis 2025 auf den Betrieb mit Biomasse umgerüstet werden soll. Sie sagten nicht, wo denn die erforderlichen riesigen Mengen von Biomasse herkommen sollen.

10 Fazit

Die industrielle Entwicklung der letzten hundert Jahre war nur möglich durch eine zuverlässige und preisgünstige Energieversorgung, denn zu **jeder Zeit war und ist die geforderte elektrische Leistung** verfügbar ohne übermäßige Preiserhöhungen. Die folgenschweren Auswirkungen des Blackouts 2005 im Münsterland durch umstürzende Strommasten wegen zu hoher Schneelasten. An Dienstag, 19. Februar 2019 fiel der Strom für rund 30.000 Haushalten sowie 2.000 Gewerbetrieben in den Berliner Stadtteilen Köpenick und Müggelheim aus^{290,291}. Betroffen waren Teile des Bahnnetzes, Schulen und Kindergärten in mehreren Ortsteilen blieben zudem am Mittwoch geschlossen. Auch Abwasserpumpenanlagen sowie Schalt- und Lichtanlagen der Bahnfielen aus. Zur Absicherung vor Plünderungen kontrollierten nachts vermehrt Polizeistreifen. Die Folgen eines großflächigen Blackouts wären wesentlich katastrophaler und teurer.

²⁸⁹ [https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerk_Wilhelmshaven_\(Engie\)](https://de.wikipedia.org/wiki/Kraftwerk_Wilhelmshaven_(Engie))

²⁹⁰ <https://www.tagesspiegel.de/berlin/blackout-in-koepenick-der-groesste-und-laengste-stromausfall-in-berlin-seit-jahrzehnten/24019418.html>

²⁹¹ <https://www.bz-berlin.de/berlin/was-ein-tagelanger-blackout-fuer-berlin-bedeutet-wuerde>

Da stellt sich die Frage: Wohin steuert die Energiewende?

Noch hat Deutschland eine gesicherte elektrische Stromversorgung mit konstanter Frequenz und Spannungen in engen Toleranzen. Das Stromversorgungsnetz ist europäisch stark vernetzt. Darüber kann jederzeit die zwingend erforderliche Gleichheit zwischen Verbrauch und Erzeugung garantiert werden.

Doch das soll sich ändern. Die Energieversorgung soll auf dezentrale und regenerative Erzeugung umgestellt werden. Überwiegend sollen Wind- und Solaranlagen die elektrische Leistung liefern, denn die Abschaltung von konventionellen Kraftwerken ist politisch beschlossen. 2022 wird das letzte Kernkraftwerk abgeschaltet, und spätestens 2038 sollen alle Kohlekraftwerke vom Netz gehen, ohne dass eine belastbare Vorstellung darüber besteht, davon zu haben, wie diese Leistung ersetzt werden soll.

Mit den derzeit verfügbaren Systemen kann dann keine gesicherte Stromversorgung mehr garantiert werden. Es fehlt die erforderliche Kraftwerksleistung, die die konstante Netzfrequenz von 50 Hz vorgibt, und es fehlen Langzeitspeicher, die die wetterabhängigen Einspeisepausen von Wind- und Solaranlagen überbrücken. Alle derzeit bestehenden und auch geplanten Wind- und Solaranlagen sind nicht in der Lage, ein eigenes 50 Hz-Netz aufzubauen. Windanlagen mit doppelt gespeisten Generatoren sind prinzipiell nicht dafür geeignet. Als Ersatz für die abgeschalteten Kohle- und Kernkraftwerke müssten neue Gaskraftwerke gebaut werden, und zwar insgesamt mit der Leistung, die durch die abgeschalteten Kraftwerke fehlt. Die für den Betrieb benötigte Gasmenge soll regenerativ erzeugt oder als Erdgas importiert werden. Wo liegt da das Problem?

Als erstes muss die installierte Leistung der regenerativen Anlagen erheblich gesteigert werden. Weil aber für Wasser- und Biogaskraftwerke kaum Ausbau-möglichkeiten bestehen, bleibt nur die Erhöhung der Anzahl der Wind- und Solaranlagen.

Zweitens muss Energie eingespart werden, sowohl beim Stromverbrauch, im Verkehr und bei der Wärmeversorgung.

Drittens muss mit regenerativ erzeugtem Strom Wasserstoff und mit der Methanisierung dann Erdgas hergestellt werden. Theoretisch ist das kein Problem und auch die technischen Anlagen dafür sind verfügbar und erprobt. Doch warum wird dieser Prozess noch nicht großtechnisch in der Praxis umgesetzt? Das verhindert das Gesetz zur Förderung der regenerativen Energien, kurz EEG.

Mit dem EEG haben die Initiatoren Gutes gewollt, die negativen Auswirkungen jedoch nicht bedacht. So bevorzugt das EEG die regenerativen Anlagen durch eine garantierte Abnahme ihrer Leistung zu einem Festpreis und das für die Dauer von 20 Jahren. Das soll die Anschubfinanzierung sein. Bei einem Leistungsüberangebot (zu viel Wind und Sonne) wird die nicht benötigte Leistung abgenommen, bezahlt und dann zum Teil verschenkt oder gar mit negativen Strompreisen im Ausland entsorgt. Unsere europäischen Nachbarn sind darüber aber nicht erfreut, weil dann ihre eigenen Kraftwerke nicht mehr wirtschaftlich arbeiten können. Sie haben zu geringe Betriebsstunden. In Konsequenz wurden deshalb zu den Niederlanden und nach Polen so genannte Stromsperren gebaut, die den Stromimport in deren Länder dann verhindern sollen. Die deutschen Windparkbetreiber erhalten ihren festen Vergütungssatz, wenn die Leistung über die vorhandenen elektrischen Leitungen abgeführt werden kann. Ist das nicht möglich, muss der Windpark abgeschaltet oder abgeregelt werden. Dann erhalten die Betreiber die feste Vergütung für die theoretisch nach dem verfügbaren Windangebot erzeugbare Leistung. Es wird dann von Geisterstrom gesprochen, der bezahlt wird. Würde vor Ort mit dieser nicht benötigten Leistung Wasserstoff hergestellt werden, entfielen die feste Vergütung, aber mit dem erzeugten Wasserstoff wäre kein Geld zu verdienen. Jeder weitere Zubau von Wind- und

Solaranlagen verschärft dieses Problem und führt dazu, dass die heimischen Kraftwerke mit immer weniger Betriebsstunden laufen und damit unwirtschaftlicher werden.

Nach Ablauf der 20 Jahre fällt bei den regenerativen Anlagen die Festpreisvergütung weg, damit werden diese Anlagen unwirtschaftlich und wieder abgebaut. Viele Biogaskraftwerke und auch Windparks verschwinden so. Es sei denn, sie werden durch neue Anlagen ersetzt, und es beginnt damit eine neue Förderphase von 20 Jahren. Das nennt man Repowering. Bemerkenswert ist jedoch, dass Wind- und Solarstrom, die ja keine Brennstoffkosten haben, mit dem schwankenden Marktpreis für elektrische Energie nicht wirtschaftlich betrieben werden können.

Die Netzstabilität wird immer weiter gefährdet. Fehlende Leistung bei Flauten konnten bisher über Importe ausgeglichen werden. Das wird zunehmend schwieriger, weil bei hohem Strombedarf unsere Nachbarn zuerst die Eigenversorgung sichern und die Übertragungsleitungen für die erforderlichen hohen Leistungen nicht ausgelegt sind.

Hinzu kommt das spekulative Verhalten einiger Stromhändler. Strompreisänderungen führen zu häufigeren Umschaltvorgängen von Netzmaschinen im Viertelstundentakt. Spekulationen auf höhere Preise für Reserveleistungen führten im Juni 2019 zu einer Verknappung des Angebots.

Deutschland hat weltweit die höchsten Strompreise, und es ist nicht absehbar, dass es zu einer Stabilisierung kommt. Im Gegenteil, die anfallenden Netzausbaukosten und die zahlreich erforderlichen Redispatchmaßnahmen werden den Strompreis weiter in die Höhe treiben. So sagt Hans W. Häfner Dipl.-Ing. (FH) VDI, Leiter des Arbeitskreises Energie und Umwelt im Konservativen Aufbruch der CSU:

„Makroökonomische Modelle weisen darauf hin, dass der wirtschaftliche Verlust durch Erneuerbare wesentlich größer sein könnte als einfach nur deren Mehrkosten, da erhöhte Produktionskosten alle anderen Branchen schwächen und das Wachstum drosseln“²⁹².

Mit Hilfe der Energiewende soll das Weltklima gerettet bzw. durch Reduktion von Kohlendioxidemissionen (CO₂) die Erderwärmung begrenzt werden. Angestrebt wird eine vollständige Dekarbonisierung; d.h. Verbot von Kohle, Öl, Benzin und Erdgas. Dieses Ziel wird politisch vorgegeben, obwohl bisher kein wissenschaftlicher Beweis erbracht wurde, dass CO₂ die Hauptursache für die Erderwärmung darstellt. Der s.g. GREEN DEAL ist europäisch definiert und wird in Deutschland übersteigert praktiziert, bei dem die Verhältnismäßigkeit auf der Strecke bleibt. Wenn 2019 von den weltweiten CO₂ Emissionen allein China 88% zu verantworten hatte, sind doch die 2,06% aus Deutschland vernachlässigbar. China, Indien und die USA kümmern sich nicht um Emissionen und bauen viele neue Kohlekraftwerke. Nach Greenpeace-Angaben sind allein chinesische Unternehmen und Banken auch an der Finanzierung von mindestens 13 Kohleprojekten auf dem afrikanischen Kontinent beteiligt, weitere neun befinden sich in Vorbereitung.

Mit dem Schlagwort „Klimakatastrophe“ wurde medial vor allem in Deutschland eine Panikstimmung erzeugt. Mehr Forschung wurde gefordert. In Konsequenz wurden nach 1988, nach der UN- Gründung des IPCC (Intergovernmental Panel on Climate Change), 21 neue Institute gegründet, die unter dem Motto „Klimaretting“ die Bundesregierung beraten und diese bei der Umsetzung der Energiewende unterstützen wollen. Vertreter der Bundesregierung sind in den wissenschaftlichen Beiräten der Institute vertreten und fördern diese durch Beauftragung neuer Studien und Gutachten. Dabei wird das Ergebnis zielorientiert vorgegeben. So qualifizieren sich inzwischen über 100 000 Wissenschaftler mit

²⁹² <https://konservativer-aufbruch.bayern/wp-content/uploads/2020/01/Realit%C3%A4t-der-deutschen-Energiapolitik.pdf>

diesem Thema. Ihre Aktivitäten werden flankierend von den Medien, Presse, Funk und Fernsehen intensiv unterstützt. Schlagzeilen wie der Meeresspiegelanstieg, der die gesamte Nordseeküste unter Wasser setzt, erhöhen die Auflagen und Zuschauerquoten. Studien und Gutachten werden veröffentlicht oder nach eigener Interpretation vorgestellt. Die steigenden Anteile der regenerativen Energieerzeugung werden gefeiert, dass dadurch aber keine entsprechende Verfügbarkeit der Leistung gegeben ist, wird verschwiegen. Werden Charts mit der Überschrift »Stromverbrauch« vorgestellt, die aber die »Energie« darstellen, ist das eine Irreführung ein Betrug mit Vorsatz. Und wenn das Ganze dann auch noch als gesicherte Wissenschaftserkenntnis deklariert wird und daraus kostenlose Unterrichtsmaterialien für Lehrende und die Schüler*Schülerinnen erstellt werden, grenzt das an bewusste Täuschung. Die Aktion »Friday for future« zeigt die erfolgreiche Wirkung dieser Methode. Die Politiker denken an ihre zukünftigen Wähler und unterstützen das. Kritiker werden öffentlich als »Klimaleugner« diffamiert.

Fast alle im Bundestag vertretenen Parteien haben die Energiewende auf ihre Fahnen geschrieben. So werden ständig neue Förderprogramme zu den Themen E-Mobilität, Kraftwärme-Kopplung und Wärmepumpen beschlossen. Kraftwerksbetreiber und die betroffenen Regionen erhalten für den Kohleausstieg eine erhebliche finanzielle Unterstützung. Und wenn das Geld nicht reicht, werden Steuern und Abgaben erhöht. Deutschland will ein Vorbild sein, doch keiner folgt uns.

Wie bereits festgestellt: Der Öffentlichkeit sind all diese Fakten nicht bekannt. Damit kann die breite Mehrheit auch nicht die wirtschaftlichen Konsequenzen abschätzen. Die Forderungen nach einer sauberen Umwelt und grünen Strom, um so das Klima zu retten, erscheinen so konsequent und notwendig. Es wäre zu wünschen und zu hoffen, dass unsere Politiker zu realistischeren Erkenntnissen gelangen und die Wissenschaftler die utopischen Forderungen kritisch hinterfragen, wissenschaftlich untersuchen und dann auch belegen.

Eine ergebnisoffene Diskussion ist längst überfällig. Auf der Basis bestehender Fakten, wissenschaftlicher Grundlagen sowie technischer und praktischer Erfahrungen sollten die Entscheidungen für unsere zukünftige, gesicherte Energieversorgung getroffen werden.

Dieses Buch soll einen kleinen Beitrag dazu liefern.

11 Literaturverzeichnis

- [1] Strom ist nicht gleich Strom, Michael Limburg, Fred F. Mueller, TvR Medienverlag, Jena
- [2] Die kalte Sonne: Warum die Klimakatastrophe nicht stattfindet, Fritz Vahrenholt, Sebastian Lüning, HOFFMANN UND CAMPE VERLAG GmbH
- [3] Die Abrechnung ... mit der Energiewende: Der Energiewende-Check, Klaus Maier, tredition; Auflage: 1 (21. Juli 2020)
- [4] Fritz Vahrenholt, Sebastian Lüning Unerwünschte Wahrheiten Verlag: Langen/Müller