

WIKIPEDIA

Energiewende in Deutschland

Die **Energiewende in Deutschland** beschreibt die Bemühungen zur Transformation des bestehenden fossil-nuklearen Energiesystems hin zu einem nachhaltigen Energiesystem auf Basis erneuerbarer Energien in Deutschland. Diese politische Herangehensweise hat deutliche Unterschiede zu der Energiewende anderer Staaten.

Inhaltsverzeichnis

Motivation und Hintergrund der Energiewende

Zielsetzung in Deutschland

Die Ursprünge: 1970er Jahre bis 1990

Die 1990er Jahre: Stromeinspeisegesetz und Konsensgespräche

Die Rot-Grüne Regierung 1998 bis 2005 – Erneuerbare-Energien-Gesetz und Atomausstieg

Energiewende in der Großen Koalition

Energiewende unter Schwarz-Gelb: Laufzeitverlängerung, Fukushima und Zweiter Atomausstiegsbeschluss

Laufzeitverlängerung

Fukushima und erneute Wende

Politische Debatte

Debatte um Versorgungssicherheit

Kostendebatte

Klimaschutz

Kohleausstieg

Forschungsförderung für die Energiewende

Literatur

Weblinks

Einzelnachweise

Motivation und Hintergrund der Energiewende

→ *Hauptartikel: Energiewende*

Als Energiewende wird der Übergang von der nicht-nachhaltigen Nutzung von fossilen Energieträgern sowie der Kernenergie zu einer nachhaltigen Energieversorgung mittels erneuerbarer Energien bezeichnet.^[1] Ziel der Energiewende ist es, die von der Energiewirtschaft verursachten ökologischen und gesellschaftlichen Probleme auf ein Mindestmaß zu verringern und die dabei anfallenden, bisher im Energiemarkt kaum eingepreisten externen Kosten vollständig zu internalisieren. Von besonderer Bedeutung ist angesichts der maßgeblich vom Menschen

verursachten globalen Erwärmung heutzutage die Dekarbonisierung der Energiewirtschaft durch Ende der Nutzung von fossilen Energieträgern wie Erdöl, Kohle und Erdgas. Ebenso stellen die Endlichkeit der fossilen Energieträger sowie die Gefahren der Kernenergie wichtige Gründe für die Energiewende dar.^[2] Die Lösung des globalen Energieproblems gilt als zentrale Herausforderung des 21. Jahrhunderts.^[3]

Nach dem russischen Überfall auf die Ukraine im Jahr 2022 schrieb die deutsche Wirtschaftswissenschaftlerin Claudia Kemfert, dass die Energie- und Verkehrswende nicht nur unabhängig von fossilen Preisschocks mache, sondern auch friedensstiftend wirke.^[4]

Es wird angenommen, dass die Energiewende zukünftig wesentlich zur Senkung der Luftverschmutzung beiträgt. Da Maßnahmen zur Eindämmung der globalen Erwärmung häufig auch die Luftverschmutzung reduzieren, ist die Verbesserung der Luftqualität ein wichtiger positiver Nebenaspekt von Klimaschutzmaßnahmen. Zum Teil lohnen sich Klimaschutzmaßnahmen alleine schon durch die volkswirtschaftlichen Wohlfahrtsgewinne reduzierter Luftverschmutzung.^[5]

Die Energiewende umfasst alle drei Sektoren Strom, Wärme und Mobilität, ferner auch die perspektivische Abkehr von den fossilen Rohstoffen bei deren stofflicher Nutzung etwa in der Kunststoff- oder Düngerproduktion. Ein mit der Energiewende verbundener Kohleausstieg und Ölausstieg muss auch bedeuten, dass wesentliche Mengen der vorhandenen Energieträger im Boden verbleiben müssen.^[6] Kernelemente der Wende sind der Ausbau der erneuerbaren Energien, die Steigerung der Energieeffizienz sowie die Realisierung von Energieeinsparmaßnahmen. Zu den erneuerbaren Energien zählen Windenergie, Sonnenenergie (Solarthermie, Photovoltaik), Meeresenergie, Bioenergie, Wasserkraft und Erdwärme. Darüber hinaus kommt der Elektrifizierung des Wärmesektors und des Verkehrswesens mittels Wärmepumpen und Elektromobilität eine wichtige Rolle zu. Der Übergang weg von konventionellen Brennstoffen und hin zu erneuerbaren Energien ist in vielen Staaten der Welt im Gang. Sowohl die Konzepte als auch die dafür erforderlichen Technologien sind bekannt.^[7] Aus rein technischer Sicht wäre eine vollständige weltweite Energiewende bis ca. 2030 möglich, u. a. politische und praktische Probleme lassen jedoch erst eine Umsetzung bis 2050 möglich erscheinen, wobei das Fehlen politischen Willens als größte Hürde erachtet wird.^{[8][9]} Sowohl auf globaler Ebene als auch für Deutschland kamen Studien zu dem Ergebnis, dass die Energiekosten in einem regenerativen Energiesystem auf gleichem Niveau wie in einem konventionellen fossil-nuklearen Energiesystem liegen würden.^{[10][11]}

Die öffentliche Diskussion reduziert den Begriff der Energiewende häufig auf den Stromsektor, welcher in Deutschland bisher nur rund 20 % des Energieverbrauchs umfasst. Ebenso wird in der politischen und öffentlichen Debatte oft nicht beachtet, dass mit Energieeinsparung neben erneuerbaren Energien und Effizienz als technischen Strategien darauf verwiesen wird, dass zu einer gelingenden Energiewende auch Verhaltensänderungen im Sinne von Energiesuffizienz, also mehr Genügsamkeit gehören könnten.^[12]



Windkraftanlagen und Photovoltaikanlagen sind die wichtigsten Energiewandler eines zukünftigen regenerativen Energiesystems.

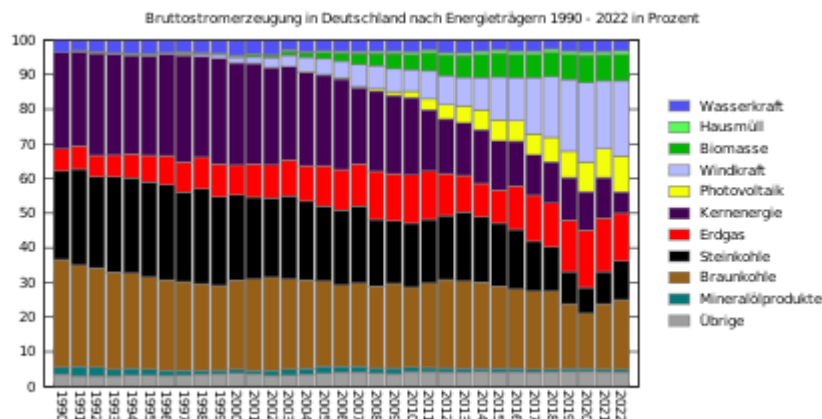
Zielsetzung in Deutschland

Ziel der Energiewende in Deutschland ist es, bis 2050 den Anteil der erneuerbaren Energien am Stromverbrauch auf 80 % zu steigern, den Primärenergieverbrauch im selben Zeitraum verglichen mit dem Jahr 2008 um 50 % zu senken und den Treibhausgasausstoß in Einklang mit den EU-Zielen um 80 bis 95 % verglichen mit dem Jahr 1990 zu reduzieren.^[13] Insgesamt sollen im Jahr 2050 mindestens 60 % des Energieverbrauchs durch erneuerbare Energien gedeckt werden. Festgelegt wurden diese Ziele 2010 noch vor der Nuklearkatastrophe in Fukushima, die zu der Rücknahme der kurz zuvor beschlossenen Laufzeitverlängerung führte.^[14]



Die wichtigsten regenerativen Energieträger in Deutschland: Biomasse, Windenergie und Photovoltaik

Weitere Ziele sind der vollständige Atomausstieg bis zum Jahr 2022, die Steigerung der Energieeffizienz zur rationelleren Nutzung von Primärenergieträgern, eine größere Unabhängigkeit von Energieimporten wie Erdöl und Erdgas und eine Stärkung des Wirtschaftsstandorts Deutschland durch Innovationen im Energiesektor.^[15] Mit der Novelle des Erneuerbare-Energien-Gesetzes (EEG) 2014 wurden die Zwischenziele angepasst. Bis 2025 soll der regenerative Anteil am Strommix auf 40 bis 45 % gesteigert werden und im Jahr 2035 dann 55 bis 60 % betragen.^[16]



Strommix in Deutschland zwischen 1990 und 2022

Der Ausbau der erneuerbaren Energien begann 1990 mit der Einführung des Stromeinspeisegesetzes und nahm im Jahr 2000 mit dem unter der Rot-Grünen Regierung beschlossenen Erneuerbare-Energien-Gesetz deutlich Fahrt auf. Im gleichen Jahr wurde auch der Ausstieg aus der Kernenergie vereinbart.^[17] Auch politisch ergab sich eine bedeutsame Wahrnehmungsverschiebung: Waren erneuerbare Energien zuvor als Ergänzung des bestehenden Kraftwerksparks gehandelt worden, wurden sie fortan unter der neuen Regierung als Alternative gesehen, die langfristig das bestehende Energiesystem ablösen sollte.^[18]

Um bei der Begrenzung der globalen Erwärmung das Zwei-Grad-Ziel nicht zu verfehlen und damit unkalkulierbare Klimafolgen zu riskieren, ist dem Wissenschaftlichen Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen zufolge eine komplett kohlendioxidfreie Energieversorgung für den Zeitraum 2040 bis 2050 anzustreben.^[19] Dieses Ziel wird für Deutschland durchaus als erreichbar angesehen, wenn die Ausbaugeschwindigkeit bei den regenerativen Energien gesteigert wird.^[20] Um die im Übereinkommen von Paris international vereinbarten Klimaschutzziele zu erfüllen, müsste Deutschland die Energiewende bis ca. 2040 vollständig abschließen und zu diesem Zeitpunkt bei 100 % erneuerbaren Energien im Strom-, Wärme- und Verkehrssektor ankommen. Hierfür wäre neben einer Elektrifizierung des Wärme- und Verkehrssektors eine deutliche Steigerung der bisherigen Ausbaugeschwindigkeit der erneuerbaren Energien auf einen Nettozubau von ca. 15 GW Photovoltaik und 9 GW Windenergie pro Jahr notwendig.^[21]

Potential und Geschwindigkeit des Ausbaus der erneuerbaren Energien werden unterschiedlich eingestuft. Im Rückblick betrachtet wurden in den während der letzten Jahrzehnte gemachten Prognosen und Szenarien die Potentiale der erneuerbaren Energien zumeist unterschätzt, oft sogar in erheblichem Ausmaß. Neben Kritikern der Energiewende unterschätzten häufig auch Befürworter das Wachstum der erneuerbaren Energien.^[22]

Die Bundesnetzagentur prognostizierte in ihrem *Szenariorahmen 2013*, gegenüber 2012 werde die Summe der installierten Erzeugungsleistung bei der konventionellen Stromerzeugung von 100 GW auf 82 bis 85 GW im Jahr 2024 zurückgehen. Die wichtigste Änderung sei der Wegfall von 12 GW nuklearer Erzeugungsleistung. Die Summe der regenerativen Stromerzeugung werde dagegen von 75,5 GW auf 129 bis 175 GW ansteigen. Die Photovoltaik werde von 33 GW auf 55 bis 60 GW steigen, Wind onshore steige von 31 GW auf 49 bis 87 GW, Wind offshore auf 12 bis 16 GW, die Biomasse von 5,7 GW auf 8 bis 9 GW, die Wasserkraft werde kaum ausgebaut und die sonstige regenerative Erzeugung steige von 1 GW auf maximal 1,5 GW.^[23]

Seit 2012 legt die Bundesregierung regelmäßig Monitoring-Berichte zur Energiewende vor.^[24] Zu diesen Berichten veröffentlicht eine entsprechende Expertenkommission jeweils eine umfangreiche Stellungnahme.^[25]

Die Ursprünge: 1970er Jahre bis 1990

Die Ursprünge der Energiewende im heutigen Sinne liegen in den 1970er Jahren. Durch Ölkrise, Debatten über die Kernenergie sowie die Umweltdiskussion kam es binnen weniger Jahre in vielen Staaten weltweit zu gravierenden Veränderungen in Energiepolitik und Energiewirtschaft.^[26] Mit den Ölkrisen gewann das Kriterium der Versorgungssicherheit in Deutschland zunehmend an Bedeutung und wurde neben der Wirtschaftlichkeit entscheidendes Ziel der Energiepolitik, mit der Debatte über die Kernenergie rückten ab Mitte der 70er Jahre auch Sozialverträglichkeit und Akzeptanz in den Vordergrund.^[27] Diese Debatte, die ihre Initialzündung im Protest gegen das Kernkraftwerk Wyhl hatte, entwickelte sich zu einer breiten Protestbewegung, der Anti-Atomkraft-Bewegung; beim Bau von Kernkraftwerken kam es zu schweren Auseinandersetzungen. Eine geplante Wiederaufbereitungsanlage in Gorleben wurde 1979 für „politisch nicht durchsetzbar“ erklärt, Anfang der 1980er Jahre scheiterte eine weitere Wiederaufbereitungsanlage in Wackersdorf. Mit der Stilllegung des Kernkraftwerks Kalkar, eines schnellen Brütters, war zudem das Konzept des unendlichen Brennstoffkreislaufes gescheitert, das die Entwicklung der Kernenergie seit den 1950er Jahren als Utopie angetrieben hatte.^[28]



Proteste gegen die Wiederaufbereitungsanlage Wackersdorf

Ab Mitte der 1970er Jahre gab es Versuche, einen friedlichen Dialog zwischen Atomindustrie und Bürgern herzustellen. 1980 wurde von der Enquete-Kommission Zukünftige Kernenergie-Politik ein erster Bericht mit Pfaden bis ins Jahr 2030 vorgelegt. Ziel war ein Kompromiss zwischen Atomkraftbefürwortern und Gegnern in der Energiepolitik. Unter anderem forderte diese Kommission, dass Energiesysteme, wenn sie sozialverträglich sein sollen, zukünftig auf einem breiten politischen Konsens basieren müssen. Letztendlich scheiterte dieser Kompromiss jedoch; während neue Kernkraftwerksprojekte fertiggestellt wurden, blieben Maßnahmen zur Senkung des Energieverbrauchs nahezu ohne Ergebnis.^[29] Die in dieser Kommission debattierten vier möglichen

Zukunftspfade unterschieden sich dabei erheblich: Die Energiewirtschaft favorisierte einen Pfad, der es für notwendig hielt, in Deutschland bis 2030 Kernkraftwerke mit einer Leistung von 165 GW zu bauen, von denen die Hälfte Schnelle Brüter sein sollten. Dieser Pfad sah insgesamt einen Anstieg des Primärenergieverbrauchs auf 800 Mio. Tonnen Steinkohleeinheiten vor. Ein anderer Pfad sah einen Atomausstieg sowie eine Reduktion des Primärenergieverbrauchs auf 310 Mio. Tonnen SKE vor. Obwohl damals stark von etablierten Kräften kritisiert und als „extrem“ eingestuft, weil er die damals nicht für möglich gehaltene Entkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch postulierte, kam dieser damals als Minderheitsvotum betrachtete Pfad der realen Entwicklung schließlich recht nahe.^[30] Im gleichen Jahr erschien unter dem Titel *Energie-Wende. Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran* eine von Wissenschaftlern des Öko-Instituts erarbeitete Publikation über alternative Energieszenarien, wobei besonderen Wert auf die Energieeinsparung gelegt wurde.^[31]

1983 zogen die Grünen in den Bundestag ein und forderten einen „Sofortausstieg“ aus der Kernenergienutzung binnen des laufenden Jahres. Nach der Nuklearkatastrophe von Tschernobyl 1986 schlossen sich auch SPD und Gewerkschaften der Forderung nach einem Atomausstieg an, wobei die SPD sich im Gegensatz zu den Grünen auf einen Atomausstieg nach 10 Jahren festlegte. Ebenfalls als Reaktion auf Tschernobyl rief die schwarz-gelbe Regierungskoalition das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit ins Leben und gaben bei den Forschungsinstituten RWI und IÖW Studien in Auftrag, die verschiedene Atomausstiegsszenarien sowie deren Folgen ausloten sollten. Beide Gutachten kamen zu dem Ergebnis, dass ein Ausstieg „technisch machbar, ökologisch unbedenklich und wirtschaftlich vertretbar“ sei.^[32] Der im gleichen Jahr vorgelegte Energiebericht der Bundesregierung hielt fest, dass der langjährige Konsens zwischen Bund und Ländern nun gefährdet sei. Von Gegner der Kernenergie würde nicht nur ein Atomausstieg, sondern eine grundsätzlich neue Energiepolitik gefordert. Während es von einigen SPD-regierten Ländern eine Reihe von Versuche gab, Kernkraftwerke stillzulegen, behielt die konservativ-liberale Bundesregierung jedoch ihren kernenergiefreundlichen Kurs bei.^[33]



Der Sarkophag des zerstörten Reaktors des Kernkraftwerkes Tschernobyl

Obwohl die Regierung grundsätzlich stark pro-nuklear eingestellt war, wurden während der Kanzlerschaft von Helmut Kohl mehrere Kernkraftwerke noch vor Ablauf der Betriebsgenehmigung abgeschaltet: Neben den aus Sicherheitsgründen 1989/90 stillgelegten fünf Blöcken des ostdeutschen Kernkraftwerks Lubmin sowie einem Block im Kernkraftwerk Rheinsberg handelte es sich dabei auch um mehrere westdeutsche Kraftwerke. 1985 wurde das Kernkraftwerk Kahl nach 25 Betriebsjahren stillgelegt, 1988 das Kernkraftwerk Mülheim-Kärlich nach unter einem Jahr infolge eines Gerichtsurteils aufgrund der Erdbebengefährdung dieses Kraftwerks. 1989 wurde das Kernkraftwerk THTR-300 aufgrund technischer und wirtschaftlicher Probleme stillgelegt. 1994 ging schließlich das Kernkraftwerk Würgassen vom Netz. Dazu wurden mehrere Kernkraftwerksprojekte noch während der Planungsphase oder nach Baubeginn aufgegeben.^[34]

Die 1990er Jahre: Stromeinspeisegesetz und Konsensgespräche

Ein sehr wichtiger Schritt für die Energiewende war 1990 der Beschluss des Stromeinspeisungsgesetzes, das von den beiden Politikern Matthias Engelsberger (CSU) und Wolfgang Daniels (Grüne) in den Bundestag eingebracht wurde und mit breiter Mehrheit (CDU/CSU, SPD, Grüne gegen FDP)^[35] angenommen wurde. Es trat zum 1. Januar 1991 in Kraft. Auch wenn dieses Gesetz langfristig eine enorme Bedeutung entfalten sollte,^[36] handelte es sich nicht um die ersten Förderungen für die Erforschung bzw. den Ausbau von regenerativen Energien in Deutschland; tatsächlich war bereits 1974 ein Rahmenprogramm zur Energieforschung, das auch die Erforschung erneuerbarer Energien beinhaltete, aufgelegt worden.^[37] In den 1970er Jahren wurde jedoch in den meisten Staaten unter Energieforschung maßgeblich die Erforschung der Kernenergie verstanden; noch 1979 flossen in Deutschland rund 65 % der Ausgaben zur Energieforschung in die Kernspaltung bzw. -fusion, während erneuerbare Energien nur 4,4 % der Forschungsgelder erhielten.^[38] Nachdem zunächst vor allem Großforschung dominiert hatte, was sich unter anderem im Scheitern des Growian-Projektes äußerte, verschob sich die Energieforschung in der zweiten Hälfte der 1980er Jahre hin zu kleineren Windkraftprojekten, 1989 wurde ein 100-MW-Programm für Windkraftanlagen aufgelegt.^[37]



Windkraftanlage in Aurich
(Inbetriebnahme um 1990)

Entscheidend bei dem Stromeinspeisegesetz war, dass Energieversorgungsunternehmen erstmals gesetzlich verpflichtet wurden, Strom aus regenerativen Quellen abzunehmen und zu vergüten. Zwar waren auch zuvor bereits erneuerbare Energien lokal ausgebaut worden, bis zum Inkrafttreten des Gesetzes stand es den Elektrizitätsversorgungsunternehmen jedoch frei, die Stromeinspeisung in ihr Netz zu verweigern. Zudem wurde die Windenergie bis zu diesem Zeitpunkt lediglich als Brennstoffeinsparer wahrgenommen, sodass der Preis für die Stromerzeugung sich lediglich an den vermiedenen Kosten der Energieunternehmen orientierte, wodurch die tatsächlich gezahlten Vergütungen häufig vergleichsweise niedrig waren.^[39] Das Stromeinspeisungsgesetz hingegen gewährte den Einspeisern nun eine Vergütung in Höhe von mindestens 90 % der durchschnittlichen Kosten von Privatkunden und gewährte zugleich einen gesetzlichen Rechtsanspruch auf die Einspeisung ins Stromnetz. Dies bedeutete einen grundlegenden Paradigmenwechsel in der Förderung von erneuerbaren Energien, direkte Subventionen wie z. B. das während dieser Zeit ebenfalls aufgelegte 250-MW-Programm wurden anschließend abgebrochen.^[40]

Obwohl sehr einfach strukturiert erzielte das Stromeinspeisungsgesetz eine große Wirkung: Es bildete die Basis für den Ausbau der erneuerbaren Energien in Deutschland, förderte die Dezentralisierung der Energieversorgung, da es nur auf vergleichsweise geringe Leistungen abzielte und trug lange vor der eigentlichen Liberalisierung der Energieversorgung genau zu dieser bei. Dazu schuf es Absatzmärkte für die junge Erneuerbare-Energien-Branche, insbesondere der Windenergiebranche.^[41]

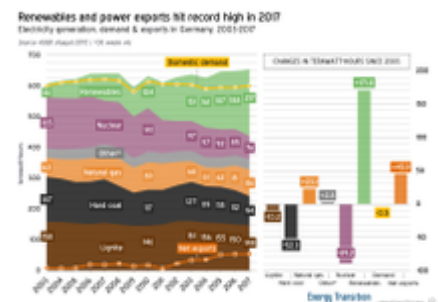
Ab Ende der 1980er Jahre war mit dem Klimaschutz ein weiterer wichtiger Faktor der Energiepolitik hinzugekommen.^[27] Vor diesem Hintergrund startete die Atomindustrie einen neuen Anlauf einen energiepolitischen Grundkonsens in der deutschen Energiepolitik zu erreichen; eine Idee, die von dem damaligen Wirtschaftsminister Jürgen Möllemann rasch aufgegriffen und weiter propagiert wurde.^[42] Diese sogenannten „Konsensgespräche“ markierten in Deutschland den Beginn des Atomausstiegs.^[43] Während das Ziel der Energieversorgungsunternehmen hauptsächlich die Vermeidung weiterer Fehlinvestitionen wie in Wackersdorf, Kalkar, Hamm und Mülheim-Kärlich

war, bei denen zusammen rund 25 Mrd. Mark an Fehlinvestitionen aufgelaufen waren, zielten das Bundeswirtschaftsministerium wie auch die Atomindustrie auf die Festschreibung der Unverzichtbarkeit der Kernenergienutzung.^[42] Die Energieindustrie hingegen war gespalten. RWE und VEBA arbeiteten vor allem darauf hin, dass die SPD den auf dem Nürnberger Parteitag getroffenen Atomausstiegsbeschluss rückgängig machte, ohne dabei bei den Wählern unglaublich zu werden. Dies stieß bei einer Reihe weiterer Energieunternehmen insbesondere aus Süddeutschland, die hohe Kernenergieanteile im Strommix hatten und die Kernenergie als unverzichtbar hielten, auf erheblichen Widerstand. Ziel dieser Unternehmen war, dass die SPD ihre zuvor getroffenen Beschlüsse aufgab; einen Atomausstieg wie auch eine zeitliche Befristung lehnten sie ab.^[42] Ende 1992 wandten sich Energiemanager mit einem Brief an den damaligen Bundeskanzler Helmut Kohl, in dem sie die zuvor mit dem niedersächsischen Ministerpräsidenten Gerhard Schröder verhandelten Liste der Sachthemen eines Energiekonsenses darlegten.^[42]

Parallel dazu forderte die Energiewirtschaft eine längere Betriebsdauer der Kernkraftwerke. Während Berechnungen des TÜV Rheinland von Laufzeiten von 25 bzw. 30 Jahren ausgingen, gaben die Energieunternehmen nun 36 Jahre an. VEBA-Chef Klaus Piltz legte Anfang 1993 bei der Jahrestagung des Deutschen Atomforums sieben Kriterien eines Atomkonsenses vor; darunter u. a. die Festlegung von Regelnutzungsdauern, die Akzeptanz von großen Kraftwerken sowie die Verarbeitung von Plutonium zu MOX-Brennelementen.^[44] Während der Konsensgespräche warnte die Atomlobby schließlich vor „fatalen Folgen für die ökologische und ökonomische Entwicklung Deutschlands“, eine Formulierung, die später von Wirtschaftsminister Günter Rexrodt aufgegriffen wurde. Rexrodt plädierte für einen Strommix bestehend aus Kernenergie und Kohle, die CSU hingegen zeigte sich nicht bereit, „die sicheren deutschen Kernkraftwerke stillzulegen, um dann Atomstrom aus Frankreich oder Russland zu kaufen“. Anschließend legten sich die Unionsparteien auf einen klaren Kurs pro Kernenergie fest, die sie als „unverzichtbar“ bezeichneten. Von Umweltverbänden wurde hingegen nicht nur ein Atomausstieg, sondern auch eine völlig neue Energiepolitik gefordert.^[45] Schließlich scheiterten die Konsensgespräche nach fünf Verhandlungsrunden.^[46] Weitere Verhandlungen im Juni 1995 wurden ebenfalls ergebnislos beendet, wenn auch bereits eine starke Übereinstimmung bei einer Reihe von Punkten erzielt wurde.^[47]

Die Rot-Grüne Regierung 1998 bis 2005 – Erneuerbare-Energien-Gesetz und Atomausstieg

Eine deutliche beschleunigte Dynamik erfuhr die Energiewende während der rot-grünen Bundesregierung (1998–2005, Kabinett Schröder I und Kabinett Schröder II). Im Koalitionsvertrag^[48] wurden mit der Einführung der Ökosteuer auf Energieverbräuche, der besseren Förderung Erneuerbarer Energien, dem 100.000-Dächer-Programm und dem gesetzlich vereinbarten Atomausstieg eine Reihe von Kernelementen der Energiewende zunächst vereinbart und schließlich bis zum Jahr 2001 auch in geltendes Recht umgesetzt.^[49] Damit einher ging eine starke Veränderung des Strommixes. Der Anteil erneuerbarer Energien stieg von 29 TWh im Jahr 1999 auf 161 TWh im Jahr 2014, während die Stromerzeugung in Kernkraftwerken von 170 im Jahr 2000 auf 97 TWh sank und die Kohlestromerzeugung von 291 auf 265 TWh zurückging.^[50] Bis 2017 nahm die Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien auf 216 TWh zu; parallel ging die Stromerzeugung aus Kernenergie und Kohle auf 75 bzw. 242 TWh zurück. 2017 war



Entwicklung des deutschen Strommixes 2003–2017 nach AG Energiebilanzen

die Braunkohle mit einem Anteil von 22,6 % die bedeutendste Stromquelle. Es folgten Windenergie (16,1 %), Steinkohle (14,4 %), Erdgas (13,1 %), Kernenergie (11,6 %), Bioenergie (7 %), Photovoltaik (6,1 %) sowie weitere erneuerbare oder fossile Quellen.^[51]

Zudem fand mit dieser Koalition eine Änderung der Wahrnehmung regenerativer Quellen statt. Während die erneuerbaren Energien unter der zuvor regierenden schwarz-gelben Koalition als „Ergänzung“ zum bestehenden Kraftwerkspark betrachtet wurden, wurden sie von großen Teilen der rot-grünen Koalition als „Alternative“ zum status quo betrachtet, die die fossil-nukleare Energieerzeugung im Laufe des 21. Jahrhunderts ersetzen sollten.^[18]

Der erste Schritt, den die neue Koalition ging, war die Verbesserung der Förderbedingungen für erneuerbare Energien. Im Januar 1999 wurde vom Bundeswirtschaftsministerium das 100.000-Dächer-Programm gestartet, das zunächst große bürokratische Hürden für die Förderung vorsah, die aber nach starken Protesten von parlamentarischen Gruppen verringert wurden. Ende 1999 wurde schließlich auch die Überarbeitung des Stromeinspeisegesetzes vorbereitet, die jedoch deutlich längere Zeit benötigte. Während sich der zu dieser Zeit zuständige Wirtschaftsminister Werner Müller (parteilos) für eine Quotenregelung aussprach und anschließend die Verabschiedung des Gesetzes zu verzögern versuchte, plädierten parlamentarische Gruppen für die Beibehaltung der Einspeisevergütungen. Zugleich erhielten sie für die Verabschiedung des Gesetzes breite Unterstützung von diversen zivilgesellschaftlichen Akteuren, darunter u. a. Umweltverbände, der Verband Deutscher Maschinen- und Anlagenbau und die IG Metall. Großer Widerstand kam hingegen vom Bundesverband der Deutschen Industrie, während die oppositionellen Parteien CDU/CSU und FDP gespalten waren und nicht geschlossen agieren konnten. Im März 2000 wurde das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG) schließlich verabschiedet. Eine von der Europäischen Union angestrebte Klage bezüglich Vereinbarkeit mit der EU-Förderbedingungen wurde im Jahr 2002 zurückgezogen.^[49]



Hermann Scheer, der zusammen mit Hans-Josef Fell als „Vater“ des EEGs gilt

Im Gegensatz zum Stromeinspeisungsgesetz, in dem das Ziel nur indirekt zu finden ist, wurden im EEG 2000 die Ziele klar umrissen:^[52]

„Zweck dieses Gesetzes ist es, insbesondere im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen, die volkswirtschaftlichen Kosten der Energieversorgung auch durch die Einbeziehung langfristiger externer Effekte zu verringern, fossile Energieressourcen zu schonen und die Weiterentwicklung von Technologien zur Erzeugung von Strom aus erneuerbaren Energien zu fördern.“

– (§ 1 Abs. 1 EEG 2000)

Erneut wurden jedoch die Internalisierung Externer Kosten als wichtiges Ziel der Energiepolitik betont.^[49] Eine begleitende Erklärung führte u. a. aus, dass die sozialen und ökologischen Folgekosten der konventionellen Energiegewinnung nicht von den Betreibern getragen würden, sondern von der Allgemeinheit, den Steuerzahlern und zukünftigen Generationen und das EEG diese Wettbewerbsnachteil faktisch nur kompensiere.^[53]

Waren mit dem Stromeinspeisungsgesetz maßgeblich Windenergie und (Klein)-Wasserkraft gefördert worden, wurden mit dem EEG technologiespezifische Einspeisevergütungen für einzelne Technologien eingeführt. Diese wurden über einen Zeitraum von 20 Jahren gewährt und waren degressiv ausgestaltet, senkten sich also für neue Anlagen von Jahr zu Jahr ab. Während die Windenergie bereits in den 1990er Jahren erfolgreich ausgebaut wurde, ermöglichte das EEG sowie das begleitenden 100.000-Dächer-Programm erstmals auch den wirtschaftlichen Ausbau von Photovoltaikanlagen.^[53] Mit der EEG-Novelle 2004 wurden die Ziele des EEGs noch weiter präzisiert,^[52] zugleich ging die Zuständigkeit für erneuerbare Energien vom Bundeswirtschaftsministerium unter Wolfgang Clement, das dem EEG eher kritisch gegenüberstand, auf das Bundesumweltministerium über.^[18]

Am 14. Juni 2000 wurde schließlich in Verhandlungen der Regierung mit den Kernkraftwerksbetreibern ein zumeist als Atomkonsens bezeichneter zeitlich gestaffelter Atomausstieg ausgehandelt, bei dem beide Seiten tiefgreifende Zugeständnisse machen mussten. Entgegen den von Regierungsparteien SPD und Grünen zuvor vertretenen Zeitrahmen von 10 Jahren bzw. Jahresfrist akzeptierte die Regierung, dass die neuesten Kernkraftwerke noch etwa 20 Jahre laufen durften, während die Betreiber hingegen akzeptierten, dass die ältesten Kraftwerke nur noch relativ geringe Restlaufzeiten zugeteilt bekamen.^[54] Kernelement dieses Konsenses war die zeitliche Befristung der Laufzeiten aller vorhandenen deutschen Kernkraftwerke mittels sogenannter Reststrommengen, wobei eine Betriebsdauer von 32 Jahren als Bemessungsgrundlage diente. Das letzte Kernkraftwerk sollte nach dieser Regelung circa im Jahr 2020 außer Betrieb gehen; zugleich wurde der Neubau von Kernkraftwerken untersagt.^[55] Die Wiederaufarbeitung von Kernbrennstoffen wurde den Kraftwerksbetreibern bis 2005 gestattet, anschließend sollten abgebrannte Brennelemente jedoch direkt endgelagert werden. Die Regierung verpflichtete sich zudem, bei Einhaltung des Atomrechts einen ungestörten Weiterbetrieb der Kraftwerke bis zum Aufbrauchen der Reststrommenge zu gewährleisten. Außerdem beinhaltete der Atomkonsens ein Moratorium für die Erkundung des als Endlager vorgesehenen Salzstocks Gorleben-Rambow, um Fragen des Lagerkonzeptes sowie der Sicherheit der Endlagerung überprüfen zu können. 2002 wurde die Vereinbarung mit der Novelle des Atomgesetzes schließlich in geltendes Recht umgesetzt.^[43]

Der Atomkonsens stieß auf unterschiedliches Echo, maßgeblich deshalb, weil keiner Seite der Atomkompromiss weit genug ging. Dennoch führte der Atomkonsens zu einer Befriedung der Atomdebatte.^[47] Atomkraftgegnern kritisierten die ihrer Ansicht nach zu langen Laufzeiten für die Kernkraftwerke, sowie den Bestandsschutz, der weitere sicherheitstechnische Nachrüstungen nur bedingt erforderte, Befürworter der Kernenergie lehnten den Konsens u. a. mit dem Argument der niedrigen CO₂-Emissionen ab.^[43] Die Oppositionsparteien CDU/CSU und FDP erklärten, dass sie den Atomausstieg bei einem erneuten Regierungswechsel aufheben wollten.^[55]

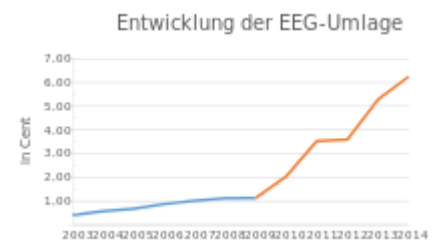
Energiewende in der Großen Koalition

Dazu kam es zunächst jedoch nicht. Nachdem bei der Bundestagswahl 2005 weder eine konservativ-liberale noch eine rot-grüne Mehrheit zustande gekommen war, gingen Union und SPD eine Große Koalition unter Führung Angela Merkels ein. Hatten Unionspolitiker zuvor sowohl EEG als auch Atomausstieg stark kritisiert, wurde im Koalitionsvertrag nun festgehalten, dass Union und SPD bei der Kernenergiepolitik unterschiedlicher Auffassungen seien und deswegen der Atomkonsens nicht geändert werden könne. Damit blieb der Atomausstieg bestehen, sodass während der Großen Koalition zwei weitere Kernkraftwerke abgeschaltet wurden. 2003 wurde das Kernkraftwerk Stade kurz vor Ablauf seiner Reststrommenge nach 31 Betriebsjahren aus wirtschaftlichen Motiven stillgelegt, 2005 ging das Kernkraftwerk Obrigheim nach 36 Betriebsjahren vom Netz.^[47]

Im Koalitionsvertrag wurden darüber hinaus die zukünftige Erneuerbare-Energien-Politik spezifiziert. Diese seien für die Koalitionspartner ein wichtiges Mittel der Energie- und Klimapolitik und sollten deshalb weiter ausgebaut werden. Angestrebt wurde ein Anteil an der Stromerzeugung von mindestens 12,5 % im Jahr 2010 und mindestens 20 % im Jahr 2020, der Anteil am Gesamtenergieverbrauch sollte auf 4,2 % (2010) und 10 % (2020) steigen. Neben einigen weiteren Maßnahmen, wie der Fortführung von Marktanreizprogrammen im Wärmebereich (aus denen schließlich das Ende 2007 beschlossene Erneuerbare-Energien-Wärmegesetz hervorging), wurde vereinbart, das EEG in seiner Grundstruktur beizubehalten, wobei bereits im Koalitionsvertrag Änderungen angekündigt wurden, die in späteren Novellen durchgeführt wurden. Hierzu zählten z. B. die Umgestaltung der Härtefallregelung für Stromintensive Unternehmen, für die bereits im Koalitionsvertrag fest vereinbart wurde, dass ihre wirtschaftliche Belastung durch das EEG auf 0,05 ct/kWh begrenzt werden sollte, sowie die Einführung einer neuen Berechnungsmethode für die EEG-Umlage.^[56] Zum 1. Januar 2007 trat eine Regelung in Kraft, die eine Mindestmenge von Biokraftstoff in Benzin, Diesel oder in Form von reinen Biokraftstoffen festlegt.

Darüber hinaus kam es in dieser Zeit zu enormen technischen Fortschritten bei den erneuerbaren Energien, wie sie noch kurz zuvor für unmöglich gehalten wurden. Zugleich wurde mit der rasanten Entwicklung der Elektronik mit intelligenten Netzen gesteuerte dezentrale Energiestrukturen vorstellbar. Auch die Wirtschaftlichkeit und damit die Konkurrenzfähigkeit gegenüber konventionellen Energiewandlungstechniken hatte sich drastisch verbessert. Waren noch wenige Jahre zuvor Meinungen geäußert worden, dass Wind- und Solarenergie in Deutschland „aus naturgesetzlichen Gründen“ nur geringe Anteile des Energiebedarfs decken könnten,^[57] wurden diese Prognosen nun von der technischen Weiterentwicklung überholt.^[58]

Als eine der bedeutendsten Veränderungen erwies sich die Anfang 2010 in Kraft getretene Reform des Ausgleichsmechanismus, die die Vermarktung Erneuerbarer Energien grundlegend neu gestaltete.^[59] Warnungen, dass diese Reform infolge der Entpflichtung von Stromnetzbetreiber von der effizienten Vermarktung von EEG-Strom zu drastisch sinkenden Börsenstrompreisen und damit wiederum zu einem starken Anstieg der EEG-Umlage führen würde, wie sie u. a. von Jarass et al.^{[60][61]} geäußert wurden, wurden ignoriert, erwiesen sich jedoch im Nachhinein als richtig.



Entwicklung der EEG-Umlage vor (blau) und nach (orange) Inkrafttreten der AusglMechV

Bereits im ersten Jahr nach Inkrafttreten des neuen Ausgleichsmechanismus gingen die Erlöse für Ökostrom trotz höherer Erzeugung von 5,15 Mrd. Euro im Jahr 2009 auf 3,35 Mrd. Euro zurück. Anschließend sanken die Börsenstrompreise durch den Merit-Order-Effekt weiter ab, sodass die Börsenstrompreise im ersten Quartal 2014 nur noch bei der Hälfte des Wertes von 2008 lagen.^[62] Dadurch stiegen die Differenzkosten zwischen Börsenstrompreis und durchschnittlicher Einspeisevergütung nach EEG deutlich an, wodurch die EEG-Umlage deutlich überproportional stieg. Verließ bis 2009 der Anstieg der Vergütungszahlungen nach EEG und die Entwicklung der EEG-Umlage weitgehend proportional, kam es nach der Reform zu einer starken Auseinanderentwicklung. Während sich die Vergütungszahlungen von 2009 bis 2014 von 10,5 Mrd. Euro auf gut 21 Mrd. Euro verdoppelten, verfünffachte sich die EEG-Umlage im gleichen Zeitraum fast von 1,33 ct/kWh auf 6,24 ct/kWh.^[62] Im Gegenzug profitieren große

industrielle Verbraucher, die von der EEG-Umlage weitestgehend befreit sind, von den niedrigen Börsenstrompreisen.^[63] Die Gesamtsumme aus Börsenpreis plus EEG-Umlage blieb hingegen nahezu konstant.^[64]

Energiewende unter Schwarz-Gelb: Laufzeitverlängerung, Fukushima und Zweiter Atomausstiegsbeschluss

Laufzeitverlängerung

Eine gravierende Änderung der deutschen Energiepolitik erfolgte im Herbst 2010, als die schwarz-gelbe Bundesregierung eine deutliche Laufzeitverlängerung deutscher Kernkraftwerke beschloss. Diese trat nach Beschluss am 28. Oktober 2010 im Bundestag mit der Novelle des Atomgesetzes schließlich am 14. Dezember 2010 in Kraft.^[65] Zuvor war von verschiedenen Seiten starker Druck auf die Regierung ausgeübt worden, der bis zur von manchen Energieversorgern erhobenen Forderung der unbegrenzten Betriebsgenehmigungen reichte. Da jedoch die Akzeptanz der Kernenergie in der Bevölkerung auch weiterhin nicht gegeben war und zugleich die Fortschritte der erneuerbaren Energien offensichtlich waren, wurde ab 2009 der bereits nach der Tschernobyl-Katastrophe geprägte Begriff der „Brückentechnologie“ wieder in die politische Diskussion eingeführt; ein Zeichen, dass auch für große Teile der Regierung die Kernkraftwerke nicht unbegrenzt weitergenutzt werden sollte. Über die Laufzeit herrschte aber Dissens, wobei sich insbesondere der Wirtschaftsflügel der CDU sowie die FDP mitsamt ihrem Wirtschaftsminister Rainer Brüderle für eine sehr umfangreiche Verlängerung einsetzten, während Umweltminister Norbert Röttgen gar keine oder nur eine möglichst geringe Laufzeitverlängerung empfahl.^[66] Starker Druck gegen die Laufzeitverlängerung kam jedoch nicht nur von Opposition, Medien und Atomkraftgegnern – auch innerhalb CDU war die Laufzeitverlängerung umstritten.^[67] Starken Druck für die längeren Laufzeiten übten hingegen die Energiekonzerne unter Federführung des RWE-Chefs Jürgen Großmann aus, unter anderem mit einer unter dem Namen Energiepolitischer Appell vorgetragenen Anzeigenkampagne in diversen deutschen Zeitungen.

Vereinbart wurde schließlich eine Kompromisslösung, die vorsah, dass einerseits zwar der grundsätzlich Atomausstiegsbeschluss wie auch das Neubauverbot von Kernkraftwerken bestehen bleiben sollten, zugleich aber die Laufzeit um durchschnittlich 12 Jahre verlängert werden sollte. Ältere, d. h. vor 1980 in Betrieb genommene Kraftwerke erhielten eine zusätzliche Laufzeit von 8 Jahren, während nach diesem Stichtatum ans Netz gegangene Kraftwerke 14 Jahre länger betrieben werden durften, womit einzelne Kraftwerke eine Gesamtbetriebsdauer von über 50 Jahren erreichen würden. Insgesamt wurden bei der Einigung im September 2010 200 zusätzliche Reaktorbetriebsjahre vereinbart und der endgültige Atomausstieg auf Ende der 2030er Jahre hinausgeschoben.^[68]

Die Laufzeitverlängerung stieß auf massive Kritik, in der Öffentlichkeit wurde sie als Affront empfunden und von weiten Teilen der Gesellschaft abgelehnt. Insbesondere die Begründung der Laufzeitverlängerung wird in der wissenschaftlichen Literatur als unzureichend angesehen. Nach Joachim Radkau und Lothar Hahn wurde weder ersichtlich, wie der Übergang hin zu erneuerbaren Energien erfolgen sollte, noch wurde dargelegt, inwiefern der vereinbarte Zeitraum sinnvoll bzw. erforderlich sei. Zudem habe u. a. eine nachvollziehbare sicherheitstechnische Begründung für die unterschiedliche Mehrlaufzeiten für neue und alte Kernkraftwerke gefehlt, während zugleich das Problem der Nachrüstung der Kernkraftwerke durch neuere Sicherheitssysteme nicht ernsthaft

angegangen worden sei. Sie kommen daher zu dem Fazit, „dass der Laufzeitverlängerung jegliche schlüssige energiewirtschaftliche Begründung und sicherheitstechnische Rechtfertigung fehlte, sie vielmehr nur politisch ‚ausgehandelt‘ worden war und daher Aspekte des Willkürlichen aufwies“.^[69]

Fukushima und erneute Wende

Am 11. März 2011 ereignete sich in Japan die Nuklearkatastrophe von Fukushima, eine mit der höchsten INES-Stufe 7 bewertete Unfallserie, bei der insgesamt 4 Reaktoren des Kernkraftwerk Fukushima Daiichi zerstört und große Mengen Radioaktivität in die Umwelt freigesetzt wurden. Durch die sich damit ergebenden Druck auf die Regierung kam es zu einer erneuten Wende in der Energiepolitik: Bereits 3 Tage nach Beginn der Katastrophe gab die deutsche Bundesregierung ein dreimonatiges Atom-Moratorium bekannt und am 6. Juni 2011 dann den Atomausstieg bis zum Jahr 2022.^[70]

Am 30. Juni 2011 beschloss der Bundestag in namentlicher Abstimmung mit großer Mehrheit von 513 zu 79 Stimmen^[71] und mit den Stimmen von CDU/CSU, SPD, FDP und Grünen das „13. Gesetz zur Änderung des Atomgesetzes“, das die Beendigung der Kernenergienutzung regelt. Insbesondere erlosch die Betriebsgenehmigung für acht Kernkraftblöcke in Deutschland; die Laufzeit der übrigen neun Blöcke ist zeitlich gestaffelt: die Abschaltung der letzten Kernkraftwerke ist für 2022 vorgesehen. Damit kehrte Deutschland de facto zum Status quo zurück, der im Jahr 2000 unter Rot-Grün vereinbart worden war.^[72] Gegenüber dem rot-grünen Atomausstieg kam es zu einem Mehr an 8 Reaktorbetriebsjahren, auch das Jahr des endgültigen Atomausstiegs blieb mit 2022 gleich.^[73]

Trotz der großen Mehrheit hatte es im Vorfeld der Rücknahme der Laufzeitverlängerung zum Teil scharfe Kritik von Wirtschaftspolitikern gegeben. Kritisch äußerten sich u. a. Außenminister Guido Westerwelle, und der ehemalige CSU-Vorsitzende Erwin Huber und Helmut Kohl, während Wirtschaftsminister Rainer Brüderle den Deutschen Hysterie vorwarf. Die Bevölkerung stand jedoch mit großer Mehrheit hinter dem Vorhaben. Im September 2011 bezeichneten in einer repräsentativen Umfrage 80 % der Deutschen den zuvor erfolgten Atomausstieg als richtig, während ihn nur 8 % ablehnten. 12 % zeigten sich unentschieden.^[74] Diese Zahlen wurden in weiteren Umfragen bestätigt. Im Juni 2013 – drei Monate vor der Bundestagswahl 2013 – erklärten in einer repräsentativen Umfrage im Auftrag der Verbraucherzentrale 82 % der Bürger, sie fänden die Ziele der Energiewende „völlig richtig“ oder „eher richtig“. 45 % fanden das Tempo des Ausbaus der erneuerbaren Energien „zu langsam“ und 26 % „gerade richtig“. ^[75]

Die Internationale Energieagentur (IEA) bezeichnete die deutsche Energiepolitik in ihrem Länderbericht „Deutschland 2013“ als fortschrittlich und gab ihre Bedenken gegenüber dem nationalen Atomausstieg auf. Die Bundesrepublik sei „auf dem richtigen Weg“. Als eines von wenigen Ländern reduziere Deutschland seine CO₂-Emissionen. Bedenklich sei allerdings die klimaschädliche Renaissance von Kohle als Energielieferant. Umso wichtiger seien der Ausbau der erneuerbaren Energien und die Kostensenkungen bei ihren Technologien, wofür sich insbesondere das Erneuerbare-Energien-Gesetz als erfolgreiches Instrument erweise. Dort müsse perspektivisch nachgesteuert werden, um die Synchronisierung des Ausbaus mit der Infrastruktur voranzutreiben. Für die nächsten Jahre seien Versorgungssicherheit und ausreichende Erzeugungskapazitäten gewährleistet. Die IEA kritisierte die starke Strompreissteigerung; sie mahnte die Regierung, „die Kosten, aber auch die Vorteile“ gerecht und transparent zu verteilen und sozialen Ausgleich zu schaffen, um die Verbraucher zu entlasten und die Akzeptanz für die Energiewende zu erhalten. Eine optimale Marktentwicklung sei auf die Balance zwischen Nachhaltigkeit, Wettbewerbsfähigkeit und Kosteneffizienz angewiesen.^[76] Auch die Weltbank sieht die Energiewende positiv. Im Juni 2013

erklärte Weltbank-Präsident Jim Yong Kim mit Hinweis auf die Energiewende, Deutschland sei eine Führungskraft, wenn es darum gehe, Wirtschaftswachstum vom Schadstoffausstoß zu entkoppeln sowie Klimawandel erfolgreich zu bekämpfen.^[77]

Bereits seit einigen Jahren wird weltweit die Forschung und Erprobung verschiedener Energiewende-Technologien vorangetrieben. Neben der Verbesserung von Erneuerbare-Energien-Anlagen, der Energieeffizienz und der Energieeinsparung werden insbesondere viele Forschungs- und Demonstrationsprojekte für Energiespeicher vorangetrieben. Hierbei wird nach Möglichkeiten gesucht, kostengünstig und mit gutem Wirkungsgrad Strom auf unterschiedlichen Zeitskalen zentral oder dezentral zu speichern. Erste Batterie-Speicherkraftwerke und Power-to-Gas-Anlagen zur Speicherung von Strom im Erdgasnetz wurden bereits errichtet. Zudem existieren Pläne für unterirdische Pumpspeicherkraftwerke in ehemaligen Bergwerken und Druckluftspeicherkraftwerke, z. B. in Staßfurt. Auch unterschiedliche Wärmespeicher, sowohl mobile als auch stationäre Langzeit- und Kurzzeitspeicher, werden zunehmend in der Praxis erprobt. Im Solarbereich gewinnt hingegen der Eigenverbrauch von Solarstrom an Bedeutung.

Nach der Bundestagswahl bildeten Union und SPD eine große Koalition (Kabinett Merkel III); die meisten Zuständigkeiten für die Energiewende sind seitdem im Bundeswirtschaftsministerium unter Sigmar Gabriel (SPD) gebündelt.^[78] Durch Minister Gabriel wurde eine EEG-Reform vorangetrieben, deren Ziel maßgeblich eine gerechtere Verteilung der Kosten war. Im Vorfeld war insbesondere Kritik an Ausnahmeregelungen für die Industrie laut geworden, nachdem die Zahl der von der EEG-Umlage befreiten Unternehmen durch eine von der schwarz-gelben Regierung beschlossene Gesetzesänderung von 753 im Jahr 2012 auf 2.098 im Jahr 2014 gestiegen war und sich die Entlastung von 2,5 auf 5 Mrd. Euro erhöht hatte. Daraufhin kündigte Gabriel eine Reduzierung um rund 500 Unternehmen an; ein Ziel, das nicht erreicht wurde. Stattdessen stieg die Zahl der befreiten Unternehmen im Jahr 2015 um knapp 100 Unternehmen auf insgesamt 2.180, was einen neuen Höchststand bedeutet. Parallel damit stieg die von der EEG-Umlage befreite Strommenge auf 110 Mrd. kWh, während die sich dadurch ergebende zusätzliche Belastung für nichtbefreite Unternehmen und Haushalte auf einen neuen Höchstwert von 1,37 ct/kWh anstieg. Insgesamt können 219 von 246 Branchen der Wirtschaft Ausnahmen von der EEG-Umlage beantragen.^[79] Zum Juli 2015 wurde die Anzahl der Branchen, die Ausnahmegenehmigungen beantragen können, erneut erweitert.^{[80][81]}

Politische Debatte

Die deutsche Energiewende gilt als herausragendstes nationales Projekt Deutschlands. Deutschland zählt zu den Staaten, die weltweit die ambitioniertesten Ziele beim Übergang zu einer nachhaltigen Energieversorgung verfolgen. Die öffentliche Debatte über die Energiewende im Allgemeinen als auch ihre konkrete Ausgestaltung ist jedoch in hohem Maße politisiert und ist oft ideologisch motiviert oder von Eigennutz getrieben.^[82] Zentrale Aspekte der Debatte über die Energiewende, die insbesondere nach dem zweiten Atomausstieg 2011 z. T. stark diskutiert wurden bzw. werden, sind die Versorgungssicherheit, die Kosten der Energiewende sowie die Verteilung der Kosten zwischen Bürgern und Industrie.

Im Januar 2012 warnten mehr als dreißig führende Energieforscher Deutschlands in einem offenen Brief vor dem Scheitern der Energiewende in Deutschland. In diesem Schreiben – adressiert an Bundeskanzlerin Angela Merkel, den damaligen Wirtschaftsminister Philipp Rösler und Umweltminister Norbert Röttgen sowie an die Mitglieder des Umwelt- und des Wirtschaftsausschusses des Bundestages – heißt es, das Vorhaben werde nur bei einer „dauerhaften Senkung des Energiebedarfs gelingen“. Überall dort, wo es wirkungsvolle Instrumente zu entwickeln

gelte, um den Energieverbrauch zu senken, seien die konkreten Signale bisher „zwiespältig“. Die Forscher fordern, „die Bremsen zu lösen und in allen Handlungsfeldern eine Energieeinsparpolitik zu gestalten, die den selbst gesetzten ambitionierten Regierungszielen gerecht wird“.^[83]

In der Wirtschaft wird das Thema Energiewende ambivalent betrachtet. Unternehmen wie beispielsweise Siemens und Münchener Rück, Hersteller der EE-Branche und größere Teile des Handwerks^[84] sehen Vorteile der Energiewende.^[85] Im April 2012 bezeichnete Hildegard Müller, die Hauptgeschäftsführerin des BDEW (Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft) die Energiewende als „unumkehrbar“ („Es geht nicht mehr darum, ob, sondern wie sie umgesetzt werden wird.“). Zugleich forderte Müller von der Politik geeignete(re) Rahmenbedingungen für die Transformation der Energiemärkte.^[86]

Im März 2013 teilte das Bundesumweltministerium mit, dass Deutschland voraussichtlich seine Klimaschutzziele bis 2020 verfehlen wird. Ziel war eine Minderung der Treibhausgasemissionen um 40 Prozent; erwartet werde nun eine Reduktion zwischen 33 und 35 Prozent, je nach Wirtschaftsentwicklung. Ursache hierfür sei der derzeit nicht funktionierende EU-Emissionshandel.^[87] Durch ein massives Überangebot an Zertifikaten (Stand März 2013) liegt deren Preis bei einem Bruchteil des ursprünglich vorgesehenen Niveaus, wodurch es für Unternehmen kaum Anreize gibt, in emissionsarme Technologien zu investieren. Eine Reform des Emissionshandels, die die Europäische Kommission sowie Minister Altmaier für dringend notwendig halten, lehnte der damalige Wirtschaftsminister Philipp Rösler strikt ab.^[88] Das deutsche 40-Prozent-Emissionsminderungsziel ist jedoch lediglich als ein politisches Ziel zu verstehen; die rechtsverbindlichen Vorgaben für Deutschland im Rahmen des EU-Rechts betragen nur 31 bis 35 Prozent.^[89] Vielfach wird deshalb gefordert, ein verbindliches nationales Klimaschutzgesetz zu verabschieden.

Debatte um Versorgungssicherheit

Infolge des Atomausstiegs entbrannte eine öffentliche Debatte über die Versorgungssicherheit in Deutschland, wobei die Gefahr eines Stromausfalles aufgrund nicht ausreichender Erzeugungskapazitäten in Süddeutschland betont wurde (zum Verlauf der Debatte siehe hier). Mit einer durchschnittlichen Nichtverfügbarkeit von Strom von 15,91 Minuten für Endverbraucher war Deutschland im Jahr 2012 das Land mit der höchsten Versorgungssicherheit. Um diese weiterhin trotz Ausbaus fluktuierender erneuerbaren Energien und der Abschaltung konventioneller Kraftwerke gewährleisten zu können, sind jedoch zunehmend Flexibilisierungsmaßnahmen wie z. B. Netzausbau, Lastmanagement sowie Speicherausbau notwendig.^[90]

Seit Jahresende 2012 müssen Übertragungsnetzbetreiber und Bundesnetzagentur frühzeitig und verbindlich über die geplanten Stilllegungen von Kraftwerken informiert werden und die endgültige Stilllegung systemrelevanter Kraftwerke kann gegen Bezahlung abgewendet werden. Hinzu kommt, dass ab 2013 die Bundesnetzagentur den Bedarf an Erzeugungskapazität für eine Netzreserve ermitteln und diese dann beschaffen soll. Für den Winter 2011/2012 wurde mit österreichischen Stromkonzernen vereinbart Kraftwerkskapazitäten bereitzuhalten, um notfalls aushelfen zu können (siehe auch Kaltreserve).^[91] Eine weitere Maßnahme war der Beschluss eines Netzentwicklungsplans, in dem der Ausbaubedarf des deutschen Strom- und Gasnetzes in den nächsten 10 Jahren aufgestellt wurden. Unter anderem sind dabei vier große sogenannte „Stromautobahnen“ geplant, wobei bei Zweien eine Teilverkabelung in HGÜ-Technik zulässig ist.^[92] In der öffentlichen und politischen Diskussion wird die Notwendigkeit von zwei dieser Stromtrassen, der Südostlink und des Südlink, kontrovers diskutiert.

Obwohl im Jahr 2012 acht Kernkraftwerke weniger in Betrieb waren, verzeichnete Deutschland einen neuen Rekordstromexport. Sogar in der strengen Frostperiode des Winters 2011/2012, die als der erste große Testfall der Stromnetzstabilität angesehen wurde, blieb Deutschland während der Tagesspitzenlast zumeist Netto-Stromexporteur. Im Tagesschnitt wurden 150–170 GWh Strom vor allem nach Frankreich exportiert, das aufgrund seiner vielen mit Strom beheizten Wohnungen eine stark erhöhte Stromnachfrage hatte. Dies entspricht der Produktionsmenge von fünf bis sechs großen Kernreaktoren.^[93] Nach Angaben des Statistischen Bundesamts wurden im gesamten Jahr 2012 66,6 TWh elektrische Energie exportiert, importiert wurden 43,8 TWh, was einen Exportüberschuss von 22,8 TWh bedeutet (entspricht etwas weniger als 4 Prozent der Nettostromerzeugung). Der Exportüberschuss wuchs dabei gegenüber dem Vorjahr auf das Vierfache und erreichte den höchsten Stand der vergangenen vier Jahre. Mit der Stromausfuhr wurden 3,7 Mrd. Euro eingenommen, für die Einfuhr mussten 2,3 Mrd. Euro aufgewendet werden, so dass Deutschland einen Exportüberschuss von 1,4 Mrd. Euro erzielen konnte.^[94] Damit betrug der Wert der ausgeführten elektrischen Energie 5,56 ct/kWh, während der Wert der importierten elektrischen Energie mit 5,25 ct/kWh etwas niedriger lag. Die Entwicklung der deutschen Stromhandelsbilanz wird im Artikel Energiemarkt ausführlich dargestellt. Der Grund hierfür ist, dass Frankreich während Zeiten niedrigen Strombedarfs viel elektrische Energie zu dann niedrigen Preisen exportiert, um seinen v. a. aus in der Grundlast laufenden Kernkraftwerken bestehenden Kraftwerkspark nicht drosseln zu müssen. Deutschland exportiert dagegen v. a. zu Zeiten höheren Strombedarfs, also während Mittel- und Spitzenlast, wenn die Strompreise für gewöhnlich höher liegen.^[95] Auch 2013 lag der Durchschnittspreis exportierten Stroms oberhalb des Preises importierten Stroms.^[96]

Treffen hohes Angebot und niedrige Nachfrage zusammen, kann es an der Strombörse zu negativen Strompreisen kommen, was bedeutet, dass während bestimmter Stunden die Stromkäufer für die Abnahme von Strom bezahlt werden. Im ersten Halbjahr 2013 waren das 36^[97] von insgesamt 4380 Stunden. Dies passierte während der sonnigen Jahreszeit häufig am Vor- oder Nachmittag und in der dunklen Jahreszeit häufig in der Nacht. Einen negativen Strompreis gab es beispielsweise am Sonntag, dem 16. Juni 2013, um 15 Uhr und am ersten Weihnachtsfeiertag 2012 um vier Uhr morgens. Der negative Strompreis kommt nicht unerwartet zustande, da die Wettervorhersage recht genaue Vorhersagen für den Energiehandel zur Verfügung stellt, so eine Windleistungsvorhersage für kurze Zeiträume von einigen Minuten bis zu zwei Tagen und eine Mittelfristvorhersage für bis zu acht Tagen.

Im Zuge der Energiewende in Deutschland wird zudem diskutiert, ob wegen des Atomausstiegs in Süddeutschland Kraftwerke mit gesicherter Leistung neu gebaut werden sollen. Dies widerspräche dem Ziel, den Kohlendioxid-Ausstoß zu senken. So wird insbesondere die Abschaltung von Kernkraftwerken in Süddeutschland sowie die unzureichende Netzsituation als Argument für den Neubau von Gaskraftwerken im Süden Deutschlands angeführt. Diese sollen als Brücke dienen, bis genügend Speicher errichtet und die Stromnetze ertüchtigt sind. Die Erhöhung des Anteils von Strom aus Gaskraftwerken, wie sie teilweise für einen Übergangszeitraum als Backup gefordert werden, kann vorübergehend die Abhängigkeit von ausländischen Gaslieferanten, insbesondere Russland, erhöhen. Diese könnte durch Förderung deutschen Erdgases vermindert werden, die jedoch wegen des in diesem Zusammenhang notwendigen Frackings politisch nur sehr schwer durchsetzbar ist. Allerdings werden auch bisher mit Ausnahme von Braunkohle auch alle weiteren Primärenergieträger (Steinkohle, Uran, Erdöl) weitestgehend nach Deutschland importiert; so stammen beispielsweise auch 23 % der in Deutschland verbrauchten Steinkohle aus Russland.^[98] Umstritten ist, inwiefern diese neuen Back-Up-Kraftwerke überhaupt nötig sind oder ob sich die wegfallende Leistung in Süddeutschland durch andere Maßnahmen, insbesondere dem Ausbau von Stromnetzen und Speichern, kompensieren lässt.^[99] Dies gilt vor allem vor dem Hintergrund, dass derzeit europaweit Überkapazität an konventionellen Kraftwerken herrscht.^[100]

Im Juli 2013 warnten sowohl die EU als auch das Umweltbundesamt vor Panikmache durch Energiekonzerne. Diese hatten zuvor angekündigt, aufgrund der gesunkenen Börsenstrompreise in großem Stil konventionelle Kraftwerke stilllegen zu wollen, wodurch Stromausfälle drohten. Die EU hält derartige Drohungen für „absichtlich übertrieben“. Diese Ankündigungen würden bewusst von Energiekonzernen gestreut, um über politischen Druck auf Regierungen die Schaffung von Kapazitätsmärkten voranzutreiben. Auf diese Weise könnten Stromkonzerne Subventionen für den Weiterbetrieb von konventionellen Kraftwerken erlangen, obwohl diese nicht notwendig seien. Es bestünde „das Risiko, dass Firmen ihre Intention, Kapazitäten zu schließen, absichtlich übertreiben, um zusätzliche Umsätze zu machen“.^{[101][102]}

Im Oktober 2014 wurden die europaweiten Überkapazitäten mit mindestens 100 GW angegeben, wovon etwa 60 GW in dem für Deutschland maßgeblichen Netzgebiet liegen. Es wird daher auf Jahre mit Überkapazitäten im Strommarkt gerechnet. Für Deutschland selbst werden die Überkapazitäten auf circa 10 GW beziffert.^[103]

Kostendebatte

Seit im Herbst 2012 bekannt wurde, dass der Strompreis – unter anderem wegen einer zum 1. Januar 2013 stark steigenden EEG-Umlage – steigen würde, ist das EEG verstärkt in der Diskussion. Unter anderem wurde eine Deckelung der EEG-Umlage und/oder der jährlich geförderten Neubaumenge gefordert.

Bundespräsident Joachim Gauck warnte am 5. Juni 2012 davor, dass die Energiewende nicht „allein mit planwirtschaftlichen Verordnungen“ gelänge und „wohl auch nicht mit einem Übermaß an Subventionen“, sondern vielmehr mit „überzeugenden Innovationen und im fairen Wettbewerb“. Deshalb sei es notwendig, „einen verlässlichen politischen Rahmen zu setzen“, so dass „Schädliches vermieden und Gewünschtes erreicht wird. Marktwirtschaftliche, wachstumsfreundliche Umweltpolitik“ heiße für ihn, „dass Kosten für Umweltbelastungen und Umweltrisiken den Verursachern in Rechnung gestellt werden und nicht den Steuerzahlern. Und dass umweltfreundliche Produktion sich für Unternehmen im Wettbewerb auszahlt.“ Zugleich warnte Gauck davor, die Kosten für die Umweltpolitik nachfolgenden Generationen aufzubürden, da eine solche Haltung „schlicht verantwortungslos“ wäre. Ebenfalls mahnte er, dass sich auf der Erde jedes Leben „im Einklang mit der Natur entfalten“ könne, deshalb sei langfristig „ökonomisch nur sinnvoll, was ökologisch vernünftig“ sei.^{[104][105]}

Im Februar 2013 äußerte der Rat für Nachhaltige Entwicklung der Bundesregierung, dass es eine Schieflage in der Strompreisdebatte gebe. Obwohl die Energiewende nur für einen Teil der Strompreissteigerungen verantwortlich sei, werde oft sie alleine dafür verantwortlich gemacht. Zudem mache die Stromrechnung weiterhin nur zwei bis drei Prozent der Kosten eines Durchschnittshaushalts bzw. 21 % der Gesamtenergiekosten aus – aber 37 % für Transport (Benzin/Diesel) und 42 % für Wärme. Während die Wärmekosten seit 2007 um 46,7 % gestiegen seien, habe sich der Strom nur um 29 % verteuert; der Anstieg der Wärmekosten werde jedoch im Gegensatz zu den Stromkosten in der Energiekostendebatte nicht thematisiert. Um den weiteren Ausbau der erneuerbaren Energien systemverträglich gestalten zu können, müsse das EEG weiterentwickelt werden, Ausnahmen für die Industrie überprüft werden und zudem auf europäischer Ebene Korrekturen am EU-Emissionshandel durchgeführt werden.^{[106][107]}

Kritiker monierten, dass die Finanzierung der Energiewende in Deutschland ungleich verteilt ist.^[108] Arme Haushalte zahlten laut einer Studie des IdW (Institut der Deutschen Wirtschaft) gemessen an ihrem Vermögen bis zu zehnmal so viel für die Subvention von erneuerbaren Energien als reiche.^[109]

Zudem sind (Stand Juni 2012) energieintensive Unternehmen von der Umlage weitgehend befreit, sodass laut Bundesnetzagentur Großunternehmen, die zusammen 18 % des deutschen Stroms verbrauchen, nur 0,3 % der Umlage tragen müssen. Die meisten Kleinunternehmen und Mittelständler sind dagegen nicht befreit.^{[110][111]} Die EU-Kommission sah darin eine Art von Subvention(ierung) für Großunternehmen zulasten von Kleinunternehmen und Privatverbrauchern und leitete im Juni 2012 ein Beihilfeverfahren ein.^[112]

Auch wurde kritisiert, dass die schwarz-gelbe Regierung durch eine starke Ausweitung der Ausnahmen für die Industrie die Kosten für die Energiewende auf immer weniger Schultern (insbesondere Kleinunternehmen sowie Privatbürger) verteilt. Beispielsweise wurde die Schwelle, ab der Ausnahmeregelungen für Unternehmen greifen, von 10 GWh pro Jahr auf 1 GWh reduziert, entsprechend dem Stromverbrauch von rund 250 Haushalten. Infolgedessen stieg die Zahl der Unternehmen, die die Ausnahmeregelung beantragten, von 813 im Jahr 2011 auf 2.023 alleine bis September 2012 an, 2006 waren es erst etwa 400 Unternehmen gewesen.^{[113][114]} Für 2013 rechnet das Bundesumweltministerium infolge der Ausweitung der Sonderregelungen mit rund 5.000 Unternehmen, die eine Befreiung von der EEG-Umlage beantragen.^[115]

Im Juli 2013 kritisierte der VWL-Professor Justus Haucap (bis 2012 Vorsitzender der Monopolkommission) die hohen Kosten der Energiewende. Man könnte diese viel günstiger haben, wenn man mehr Wettbewerb nutzen würde. Es sei ordnungspolitisch das beste, allein den CO₂-Handel wirken zu lassen. Wenn das nicht erreichbar sei, sollten erneuerbare Energien mittels eines Grünstrom-Quotenmodell technologieneutral gefördert werden.^[116] Dem widerspricht Felix Ekardt und macht außerdem geltend, dass die Kostendebatte viele Aspekte vergesse, etwa die drohenden langfristigen Kosten des Klimawandels und die drohenden Preissteigerungen bei den fossilen Brennstoffen.^[117]

Zudem wird im Rahmen der Energiewende auch die Besteuerung und gesellschaftliche Verteilung von wirtschaftlichen Gewinnen aus der Stromerzeugung und verwandten Dienstleistungen diskutiert.^{[118][119]}

Die Deutsche Energie-Agentur (dena) schätzte 2018 in ihrer Leitstudie die Mehrkosten (verteilt auf drei Jahrzehnte) für die Umstellung auf ein klimagerechtes Energiesystem in Deutschland bis 2050 entsprechend der Beschlusslage der Bundesregierung je nach Szenario auf Werte zwischen 1200 Mrd. Euro (bei Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 % gegenüber 1990 und Technologiemic) bis 2200 Mrd. Euro (bei 95 %, vorwiegend strombasiert).^[120] Diese Kosten betreffen Investitionen in Gebäudesanierungen und Heizungen, neue Fahrzeuge und Verkehrsinfrastrukturen wie Ladesäulen sowie in Kraftwerke, Power-to-X-Anlagen und Erneuerbare-Energien-Anlagen. Hinzukommen könnten (je nach Technologie) Kosten für erhöhte Aufwendungen beim Stromnetzausbau in Höhe von 80 bis 110 Mrd. Euro auf Übertragungsnetzebene sowie 140 bis 250 Mrd. Euro auf Verteilnetzebene. Das Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE schätzte 2020 die Mehraufwendungen für den Klimaschutz in Deutschland (Reduktion der Treibhausgasemissionen um 95 % bis 2050) auf Werte zwischen 440 Mrd. und 2330 Mrd. Euro je nach Szenario („Suffizienz“, „Referenz“, „Inakzeptanz“, „Beharrung“).^[121]

Anfang März 2021 wurde der Streit um die Entschädigungen wegen des vorzeitigen Atomausstiegs zwischen der Bundesregierung (Kabinett Merkel IV) und den Betreibern der Atomkraftwerke RWE, Vattenfall, E.ON und EnBW beigelegt. Dem Steuerzahler kostet der vorzeitige Ausstieg 2,43 Milliarden

Euro an Entschädigung. Der Atomkonsens der Rot-grünen Koalition hätte bei längerer Laufzeit der Kernkraftwerke keine Entschädigung bedeutet und eine frühere Abschaltung älterer Kohlekraftwerke ermöglicht.^[122]

Klimaschutz

Die Physik-Nobelpreisträger Klaus von Klitzing und Steven Chu sowie die Klimaforscher James Hansen und Kerry Emanuel und weitere Unterstützer rieten Bundeskanzler Olaf Scholz (SPD) am 14. April 2023 in einem offenen Brief, dass die Kernenergie in Deutschland klar ersichtlich zur Linderung der Energiekrise und dem Erreichen der deutschen Klimaziele beitragen kann. Die drei letzten Reaktoren in Deutschland mit ihrer Jahresproduktion von zuletzt 32,7 Milliarden Kilowattstunden hatten mehr als zehn Millionen Haushalte in Deutschland mit klimafreundlicher Elektrizität versorgt. Damit könnten auch weiterhin im Vergleich zur Kohlekraft bis zu 30 Millionen Tonnen CO₂ pro Jahr eingespart werden.^[123] James Hansen bezeichnete den Ausstieg schon zuvor als Fehler und warnt vor einem damit verbundenen Beitrag zum Artensterben. Deutschland solle stattdessen zuerst die Kohlekraftwerke abschalten.^[124]

Kohleausstieg

→ *Hauptartikel: Ausstieg aus der Kohleverstromung in Deutschland*

Seit dem Atomausstieg und dem Regierungswechsel 2013 verstärken sich Initiativen zu einem schrittweisen Kohleausstieg, um die Klimaschutzziele zu erreichen. Da nach Zielen der Bundesregierung erneuerbare Energien im Jahr 2050 mindestens 80 % der Stromversorgung decken sollen, wird Kohle nur noch zu maximal 20 % am Strommix beteiligt sein. Zugleich muss die Kohleverstromung zurückgefahren werden, um das Ziel einer Reduktion der Treibhausgasemissionen um 80 % bis 2050 zu erreichen. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Energie stellte im November 2014 erste Vorschläge und im März 2015 ein Eckpunktepapier vor, das vorsah, alte und ineffiziente Kohlekraftwerke noch vor 2020 abzuschalten. Dies sollte über eine Klimaschutzabgabe erreicht werden.^[125]

Am 16. Januar 2020 haben Bund und Länder die Schritte des Braunkohleausstiegs konkretisiert. Hierbei sollen alle Braunkohlekraftwerke bis 2038 abgeschaltet werden. Wenngleich ältere Kraftwerke priorisiert stillgelegt werden sollen, wird der Plan kritisiert, da die Klimaziele durch diesen nicht erreichbar seien.^{[126][127]} Laut Abschlussbericht der Kohlekommission sollten die Kohlekraftwerke möglichst stetig abgeschaltet werden, doch laut Stilllegungsplan der schwarz-roten Bundesregierung sollen eine große Zahl an Kraftwerken Ende der Zwanzigerjahre und Mitte der Dreißigerjahre abgeschaltet werden.^[128]

Forscher des Potsdam-Instituts für Klimafolgenforschung warnen, dass durch den Kohleausstieg der CO₂-Ausstoß sogar steigen könnte, wenn begleitend keine ausreichende Kohlenstoffbepreisung eingeführt würde. Ohne eine solche Bepreisung könnte die Nachfrage nach Emissionsberechtigungszeugnissen im europäischen Emissionshandel und damit auch deren Preis sinken, wodurch Stromproduzenten im Ausland mehr der dann billigeren Emissions-Berechtigungen kaufen und so ihren CO₂-Ausstoß steigern könnten. Um dies zu vermeiden, müsse ein CO₂-Mindestpreis eingeführt werden.^{[129][130]}

Forschungsförderung für die Energiewende

Die Forschungsagenda für die Umsetzung der Energiewende in Deutschland wird im 7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung festgehalten.^[131] Dabei ist die Förderung von Energieforschung auf drei Ressorts aufgeteilt. Das Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (BMWK) fördert die angewandte Energieforschung, das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die Energiegrundlagenforschung und das Bundesministerium für Ernährung und Landwirtschaft Forschung im Bereich Bioenergie.^[132] Zudem fördert das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, nukleare Sicherheit und Verbraucherschutz (BMUV) die nukleare Sicherheitsforschung. Weiterhin teilt sich die Energieforschungsförderung in institutionelle Förderung und Projektförderung. In der institutionellen Förderung ist die Helmholtz-Gemeinschaft Deutscher Forschungszentren (HGF) mit Forschung zur Energiewende beauftragt. Bei der institutionellen Förderung fördert der Bund wissenschaftliche Institutionen, die dann zu einem bestimmten Thema forschen sollen. Bei der Projektförderung fördert der Bund einzelne Projekte mit einem festen Forschungsziel in einem festen Zeitrahmen und zumeist mehreren beteiligten Partner-Einrichtungen. Die größten Forschungsprojekte der Bundesregierung zum Thema Energiewende sind die Wasserstoff-Leitprojekte (700 Mio. Euro)^[133], die Reallabore für die Energiewende (100 Mio. Euro pro Jahr)^[134], die Kopernikus-Projekte (400 Mio. Euro)^[135] und die SINTEG-Projekte (200 Mio. Euro).^[136] Zusätzlich zur Energieforschung auf Bundesebene gibt es auch auf Landesebene institutionelle Energieforschungs-Förderung und Projektförderung im Bereich Energiewende.

Literatur

- Christine Sturm: *Inside the Energiewende: Twists and Turns on Germany's Soft Energy Path*. Springer, Cham, 2020, ISBN 978-3-030-42729-0.
- Volker Quaschnig: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. 4. Auflage. Hanser, München 2018, ISBN 978-3-446-45703-4.
- Viktor Wesselak, Thomas Schabbach, Thomas Link, Joachim Fischer: *Handbuch Regenerative Energietechnik*, 3., aktualisierte und erweiterte Auflage, Berlin/Heidelberg 2017, ISBN 978-3-662-53072-6.
- Volker Quaschnig: *Regenerative Energiesysteme*. 9. Auflage. Hanser, München 2015, ISBN 978-3-446-44267-2.
- Felix Ekardt: *Jahrhundertaufgabe Energiewende: Ein Handbuch*. Berlin 2014, ISBN 978-3-86153-791-5.
- Achim Brunnengräber, Maria Rosaria du Nucci (Hrsg.): *Im Hürdenlauf zur Energiewende. Von Transformationen, Reformen und Innovationen. Zum 70. Geburtstag von Lutz Mez*. Wiesbaden 2014, ISBN 978-3-658-06787-8.
- Martin Kaltschmitt, Wolfgang Streicher, Andreas Wiese (Hrsg.): *Erneuerbare Energien. Systemtechnik, Wirtschaftlichkeit, Umweltaspekte*. Springer Vieweg, Berlin/Heidelberg 2013, ISBN 978-3-642-03248-6.
- Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani: *Powering Planet Earth – Energy Solutions for the Future*. Wiley-VCH 2013, ISBN 978-3-527-33409-4.
- Klaus-Dieter Maubach: *Energiewende. Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung*. Springer Fachmedien, Wiesbaden 2013, ISBN 978-3-658-03357-6.
- Claudia Kemfert: *Kampf um Strom. Mythen, Macht und Monopole*. Murmann, Hamburg 2013, ISBN 978-3-86774-257-3.
- Peter Hennicke, Paul J. J. Welfens: *Energiewende nach Fukushima: Deutscher Sonderweg oder weltweites Vorbild?* Oekom, München 2012, ISBN 978-3-86581-318-3.
- Conrad Kunze: *Soziologie der Energiewende: erneuerbare Energien und die Transition des ländlichen Raums*. Ibidem, Stuttgart 2012, ISBN 978-3-8382-0347-8.

- Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani: *Energy for a Sustainable World – From the Oil Age to a Sun-Powered Future*. Wiley-VCH 2011, ISBN 978-3-527-32540-5.
- Hermann Scheer: *Der energetische Imperativ: 100 Prozent jetzt. Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist*. Kunstmann, München 2010, ISBN 978-3-88897-683-4.
- Peter Hennicke, Susanne Bodach: *Energierévolution: Effizienzsteigerung und erneuerbare Energien als neue globale Herausforderung*, herausgegeben vom Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie, Oekom, München 2010, ISBN 978-3-86581-205-6.
- Rob Hopkins: *Energiewende. Das Handbuch*. Zweitausendeins, 2008, ISBN 978-3-86150-882-3 (Originaltitel: „The Transition Handbook: From Oil Dependency to Local Resilience“ (Transition Guides), 2008).

Weblinks

- *12 Thesen zur Energiewende*. (https://web.archive.org/web/20140107160029/http://www.agora-energiewende.de/fileadmin/downloads/publikationen/Impulse/12_Thesen/Agora_12_Thesen_Langfassung_2.Auflage_web.pdf) (PDF) Ein Diskussionsbeitrag zu den wichtigsten Herausforderungen im Strommarkt. Agora Energiewende, November 2012, archiviert vom Original (https://redirecter.toolforge.org/?url=http%3A%2F%2Fwww.agora-energiewende.de%2Ffileadmin%2Fdownloads%2Fpublikationen%2FImpulse%2F12_Thesen%2FAgora_12_Thesen_Langfassung_2.Auflage_web.pdf) am 7. Januar 2014.
- *Energy Transition – The German Energiewende*. (<https://web.archive.org/web/20150804133357/http://energytransition.de/>) In: *energytransition.de*. Archiviert vom Original (<https://redirecter.toolforge.org/?url=http%3A%2F%2Fenergytransition.de%2F>) am 4. August 2015 (englisch, Nachfolgewebsite: <https://energytransition.org/>).
- Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz: *erneuerbare-energien.de* (<http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Home/home.html>)
- Forschungsverbund erneuerbare Energien (FVEE), *fvee.de*: Energiekonzept (http://www.fvee.de/fileadmin/politik/10.06.vision_fuer_nachhaltiges_energiekonzept.pdf) (PDF; 4,4 MB, eine Vision für ein nachhaltiges Energiekonzept auf Basis von Energieeffizienz und 100 % erneuerbaren Energien)
- *iiasa.ac.at*: *Global Energy Assessment – Toward a Sustainable Future*. (<http://www.iiasa.ac.at/web/home/research/researchPrograms/Energy/Home-GEA.en.html>) Cambridge University Press, Cambridge, UK and New York, NY, USA and the International Institute for Applied Systems Analysis, Laxenburg, Austria, 2012, ISBN 978-1-107-00519-8
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme, 2013, *ise.fraunhofer.de*: *Energiesystem Deutschland 2050* (<http://www.ise.fraunhofer.de/de/veroeffentlichungen/veroeffentlichungen-pdf-dateien/studien-und-konzeptpapiere/studie-energiesystem-deutschland-2050.pdf>)
- *ERNEUERBARE ENERGIEN 2020 – Potenzialatlas Deutschland*. (https://web.archive.org/web/20110626130300/https://www.unendlich-viel-energie.de/fileadmin/content/Wirtschaft/Potenziale/Potenzialatlas_2020_online.pdf) (PDF) In: *www.unendlich-viel-energie.de*. 25. Januar 2010, archiviert vom Original (https://redirecter.toolforge.org/?url=https%3A%2F%2Fwww.unendlich-viel-energie.de%2Ffileadmin%2Fcontent%2FWirtschaft%2FPotenziale%2FPotenzialatlas_2020_online.pdf) am 26. Juni 2011.
- *visualcapitalist.com*, 31. Oktober 2018, Iman Gosh: *Visualizing the Global Transition to Green Energy* (<http://www.visualcapitalist.com/global-transition-to-green-energy/>) (Grafik „Globale Umstellung auf grüne Energie“)
- Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen: *Welt im Wandel. Energiewende zur Nachhaltigkeit*. Springer, Berlin 2003, ISBN 3-540-40160-1 (*wbgu.de* (http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003.pdf), PDF; 3,84 MB)

Einzelnachweise

1. Aviel Verbruggen: *Could it be that Stock-Stake Holders Rule Transition Arenas?* in: Achim Brunnengräber, Maria Rosaria du Nucci (Hrsg.): *Im Hürdenlauf zur Energiewende. Von Transformationen, Reformen und Innovationen. Zum 70. Geburtstag von Lutz Mez*. Wiesbaden 2014, 119–133, S. 120.
2. Florian Lüdecke-Freund, Oliver Opel: *Energie*. In: Harald Heinrichs, Gerd Michelsen (Hrsg.): *Nachhaltigkeitswissenschaften*, Berlin/Heidelberg 2014, S. 429.
3. Philippe Poizot, Franck Dolhem: *Clean energy new deal for a sustainable world: from non-CO2 generating energy sources to greener electrochemical storage devices*. In: *Energy and Environmental Science* 4, (2011), 2003–2019, doi:10.1039/c0ee00731e.
4. Claudia Kemfert: *Ukraine-Konflikt: In drei Schritten zur Unabhängigkeit von Russland*. (https://www.diw.de/de/diw_01.c.836520.de/nachrichten/ukraine-konflikt_in_drei_schritten_zur_unabhaengigkeit_von_russland.html) DIW Berlin, 28. Februar 2022, abgerufen am 2. März 2022.
5. fww/dpa: *Klimaschutz rechnet sich auch schon kurzfristig*. In: *Der Spiegel*. 2. November 2021, ISSN 2195-1349 (<https://zdb-katalog.de/list.xhtml?t=iss%3D%222195-1349%22&key=cql>) ([spiegel.de \(https://www.spiegel.de/wissenschaft/klimaschutz-rechnet-sich-auch-schon-kurzfristig-a-848b2251-aed2-4a5f-a294-430e5b025bd2\)](https://www.spiegel.de/wissenschaft/klimaschutz-rechnet-sich-auch-schon-kurzfristig-a-848b2251-aed2-4a5f-a294-430e5b025bd2) [abgerufen am 2. März 2022]).
6. Christophe McGlade, Paul Ekins: *The geographical distribution of fossil fuels unused when limiting global warming to 2°C*. In: *Nature* 517, (2015), 187–190, doi:10.1038/nature14016.
7. Volker Quaschning: *Regenerative Energiesysteme. Technologie – Berechnung – Simulation*. 8. aktualisierte Auflage. München 2013, S. 53.
8. Mark Z. Jacobson; Mark A. Delucchi: *Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part I: Technologies, energy resources, quantities and areas of infrastructure, and materials*. In: *Energy Policy* 39, Vol. 3, (2011), 1154–1169, doi:10.1016/j.enpol.2010.11.040.
9. Nicola Armaroli, Vincenzo Balzani: *Towards an electricity-powered world*. In: *Energy and Environmental Science* 4, (2011), 3193–3222, S. 3216, doi:10.1039/c1ee01249e.
10. Mark Z. Jacobson; Mark A. Delucchi: *Providing all global energy with wind, water, and solar power, Part II: Reliability, system and transmission costs, and policies*. In: *Energy Policy* 39, Vol. 3, (2011), 1170–1190, doi:10.1016/j.enpol.2010.11.045.
11. Hans-Martin Henning, Andreas Palzer: *A comprehensive model for the German electricity and heat sector in a future energy system with a dominant contribution from renewable energy technologies—Part II: Results*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30, (2014), 1019–1034, S. 1027, doi:10.1016/j.rser.2013.11.032.
12. Vgl. Viktor Wesselak, Thomas Schabbach: *Regenerative Energietechnik*. Berlin/ Heidelberg 2009, S. 33f.; Felix Ekardt: *Jahrhundertaufgabe Energiewende: Ein Handbuch*. Berlin 2014, S. 50–52.
13. Hans-Martin Henning, Andreas Palzer: *A comprehensive model for the German electricity and heat sector in a future energy system with a dominant contribution from renewable energy technologies—Part I: Methodology*. In: *Renewable and Sustainable Energy Reviews* 30, (2014), 1003–1018, S. 1004, doi:10.1016/j.rser.2013.09.012.
14. Sebastian Strunz: *The German energy transition as a regime shift*. In: *Ecological Economics* 100, (2014), 150–158, S. 150, 68 (2014), doi:10.1016/j.ecolecon.2014.01.019
15. *Energie der Zukunft. Eine Gesamtstrategie für die Energiewende*. (<https://www.bmwi.de/DE/Themen/Energie/Energiewende/gesamtstrategie.html>) Internetseite des Bundeswirtschaftsministeriums. Abgerufen am 3. Januar 2015.
16. *EEG 2014*. (<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gesetz-fuer-den-ausbau-erneuerbarer-energien,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>) Internetseite des Bundeswirtschaftsministeriums. Abgerufen am 4. Januar 2015.

17. Anne Therese Gullberg, Dörte Ohlhorst, Miranda Schreurs: *Towards a low carbon energy future e Renewable energy cooperation between Germany and Norway*. In: *Renewable Energy* 68, (2014), 216–222, S. 217, doi:10.1016/j.renene.2014.02.001
18. Staffan Jacobsson, Volkmar Lauber: *The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 256–276, S. 269, doi:10.1016/j.enpol.2004.08.029.
19. WBGU: *Kassensturz für den Klimavertrag – Der Budgetansatz* (https://web.archive.org/web/20110323020749/http://www.wbgu.de/fileadmin/templates/dateien/veroeffentlichungen/sondergutachten/sn2009/wbgu_sn2009.pdf) (Memento vom 23. März 2011 im *Internet Archive*) (PDF; 2,2 MB), Sondergutachten, Berlin 2009, S. 16.
20. Volker Quaschnig: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*, München 2013, S. 107.
21. Volker Quaschnig: *Sektorkopplung durch die Energiewende. Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung* (<http://pvspeicher.htw-berlin.de/wp-content/uploads/2016/05/HTW-2016-Sektorkopplungsstudie.pdf>). Hochschule für Technik und Wirtschaft Berlin 2016. Abgerufen am 27. Juli 2017.
22. Christian Friege, Ralph Kampwirth: *Vergessen Sie Grundlast!*. In: Hans-Gerd-Servatius, Uwe Schneidewind, Dirk Rohlfing (Hrsg.): *Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*, Berlin/Heidelberg 2012, 159–172, S. 167.
23. *Szenariorahmen Charlie 2014* (https://web.archive.org/web/20140429084856/http://www.netzausbau.de:80/SharedDocs/Downloads/DE/III/Umweltbericht/Entwurf/Untersuchungsrahmen2014_Entwurf.pdf;jsessionid=269247E190C079AAFA5C520CB1422CF8?__blob=publicationFile) (Memento vom 29. April 2014 im *Internet Archive*). Vorgelegter Entwurf vom April 2013 (PDF; 3,4 MB).
24. Bundesministerium für Wirtschaft und Technologie, Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit (Hrsg.): *Erster Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“*. Berlin Dezember 2012, DNB 1063247632 (<https://portal.dnb.de/opac.htm?referrer=Wikipedia&method=simpleSearch&cqlMode=true&query=idn%3D1063247632>) (bmwi.de (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/erster-monitoring-bericht-energie-der-zukunft>) [abgerufen am 5. Februar 2021])). Bundesministerium für Wirtschaft und Klimaschutz (Hrsg.): *Die Energie der Zukunft. 8. Monitoring-Bericht zur Energiewende – Berichtsjahre 2018 und 2019*. Februar 2021, ISSN 2570-4494 (<https://zdb-katalog.de/list.xhtml?t=iss%3D%222570-4494%22&key=cql>) (bmwi.de (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/achter-monitoring-bericht-energie-der-zukunft>) [abgerufen am 5. Februar 2021])).
25. Expertenkommission zum Monitoring-Prozess „Energie der Zukunft“ (Hrsg.): *Stellungnahme zum achten Monitoring-Bericht der Bundesregierung für die Berichtsjahre 2018 und 2019*. Berlin/Münster/Nürnberg/Stuttgart Februar 2021 (bmwi.de (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Downloads/S-T/stellungnahme-der-expertenkommission-zum-achten-monitoring-bericht>) [abgerufen am 5. Februar 2021])).
26. Matthias Heymann: *Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990*. Frankfurt am Main – New York 1995, S. 343.
27. Hans Günter Brauch: *Energiepolitik im Zeichen der Klimapolitik beim Übergang zum 21. Jahrhundert*. In: Ders. *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*, Berlin/Heidelberg 1997, 1–24, S. 12
28. Frank Uekötter: *Umweltgeschichte im 19. und 20. Jahrhundert*. München 2007, S. 33f.
29. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.): *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*. Berlin/Heidelberg 1997, S. 433–448, S. 437.

30. Ulrich Bartosch, Peter Hennicke, Hubert Weiger (Hrsg.): *Gemeinschaftsprojekt Energiewende. Der Fahrplan zum Erfolg*. München 2014, S. 15f.
31. Rolf Wüstenhagen, Michael Bilharz: *Green energy market development in Germany: Effective public policy and emerging customer demand*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 1681–1696, S. 1682, doi:10.1016/j.enpol.2004.07.013.
32. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.): *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*. Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 437 f.
33. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.): *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*. Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 438.
34. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 351 f.
35. Rolf Wüstenhagen, Michael Bilharz: *Green energy market development in Germany: Effective public policy and emerging customer demand*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 1681–1696, S. 1686f, doi:10.1016/j.enpol.2004.07.013.
36. Maubach z. B. macht den Beginn der Energiewende am Inkrafttreten dieses Gesetzes fest. Vgl. Klaus-Dieter Maubach: *Energiewende. Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung*, Wiesbaden 2014, S. 39.
37. Rolf Wüstenhagen, Michael Bilharz: *Green energy market development in Germany: Effective public policy and emerging customer demand*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 1681–1696, S. 1684, doi:10.1016/j.enpol.2004.07.013.
38. Matthias Heymann: *Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990*. Frankfurt am Main/New York 1995, S. 343f.
39. Mario Neukirch: *Die internationale Pionierphase der Windenergienutzung*. Dissertation. Göttingen 2010, S. 179, online (<http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B5F4-5/neukirch.pdf?sequence=1>).
40. Mario Neukirch: *Die internationale Pionierphase der Windenergienutzung*. Dissertation. Göttingen 2010, S. 179f, online (<http://ediss.uni-goettingen.de/bitstream/handle/11858/00-1735-0000-0006-B5F4-5/neukirch.pdf?sequence=1>).
41. Klaus-Dieter Maubach: *Energiewende. Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung*. Wiesbaden 2014, S. 40f.
42. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.) *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*, Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 439f.
43. Cornelia Altenburg: *Wandel und Persistenz in der Energiepolitik: Die 1970er Jahre und die Enquete-Kommission „Zukünftige Kernenergie-Politik“*. In: Hendrik Ehrhardt, Thomas Kroll (Hrsg.): *Energie in der modernen Gesellschaft. Zeithistorische Perspektiven*, Göttingen 2012, 245–264, S. 261.
44. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.) *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*, Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 441.

45. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. In: Hans Günter Brauch (Hrsg.) *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*. Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 442.
46. Lutz Mez: *Energiekonsens in Deutschland? Eine politikwissenschaftliche Analyse der Konsensgespräche – Voraussetzungen, Vorgeschichte, Verlauf und Nachgeplänkel*. in: Hans Günter Brauch (Hrsg.) *Energiepolitik. Technische Entwicklung, politische Strategien, Handlungskonzepte zu erneuerbaren Energien und zur rationellen Energienutzung*. Berlin/Heidelberg 1997, 433–448, S. 443.
47. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*, München 2013, S. 350.
48. *Aufbruch und Erneuerung – Deutschlands Weg ins 21. Jahrhundert* (https://web.archive.org/web/20160304045835/https://www.gruene.de/fileadmin/user_upload/Bilder/Redaktion/30_Jahre_-_Serie/Teil_21_Joschka_Fischer/Rot-Gruener_Koalitionsvertrag1998.pdf) (Memento vom 4. März 2016 im *Internet Archive*). Koalitionsvereinbarung zwischen der Sozialdemokratischen Partei Deutschlands und Bündnis 90/Die Grünen. Abgerufen am 30. Oktober 2014.
49. Staffan Jacobsson, Volkmar Lauber: *The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 256–276, S. 267, doi:10.1016/j.enpol.2004.08.029.
50. Volkmar Lauber, Staffan Jacobsson: *The politics and economics of constructing, contesting and restricting socio-political space for renewables – The German Renewable Energy Act*. In: *Environmental Innovation and Societal Transitions*. Band 18, 2016, S. 147–163, doi:10.1016/j.eist.2015.06.005 (<https://doi.org/10.1016/j.eist.2015.06.005>).
51. *Stromerzeugung nach Energieträgern 1990–2017 (Stand Dezember 2017)*. (https://ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=20171221_brd_stromerzeugung1990-2017.pdf) AG Energiebilanzen. Abgerufen am 21. Dezember 2017.
52. Rolf Wüstenhagen, Michael Bilharz: *Green energy market development in Germany: Effective public policy and emerging customer demand*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 1681–1696, S. 1685, doi:10.1016/j.enpol.2004.07.013.
53. Staffan Jacobsson, Volkmar Lauber: *The politics and policy of energy system transformation—explaining the German diffusion of renewable energy technology*. In: *Energy Policy* 34, (2006), 256–276, S. 268, doi:10.1016/j.enpol.2004.08.029.
54. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*, München 2013, S. 353.
55. Julia Mareike Neles, Christoph Pistner (Hrsg.): *Kernenergie. Eine Technik für die Zukunft?*, Berlin – Heidelberg 2012, S. 7f.
56. *Gemeinsam für Deutschland. Mit Mut und Menschlichkeit*. (<https://web.archive.org/web/20141031021035/http://www.dfl.de/Presse/PMitt/2005/051111h.pdf>) (Memento vom 31. Oktober 2014 im *Internet Archive*). Koalitionsvertrag von CDU, CSU und SPD. Abgerufen am 30. Oktober 2014.
57. 1993 starteten z. B. mehrere Energieversorgungsunternehmen, darunter RWE, eine Anzeigenkampagne in deutschen Zeitungen, die u. a. behauptete, dass „Sonne, Wasser oder Wind [...] auch langfristig nicht mehr als 4 % unseres Strombedarfs decken“ [könnten]. Vgl. Christian Friege, Ralph Kampwirth: *Vergessen Sie Grundlast!*. In: Hans-Gerd-Servatius, Uwe Schneidewind, Dirk Rohlfing (Hrsg.): *Smart Energy. Wandel zu einem nachhaltigen Energiesystem*. Berlin/Heidelberg 2012, 159–172, S. 159.
58. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 355f.
59. Florentina Paraschiv, David Erni, Ralf Pietsch: *The impact of renewable energies on EEX day-ahead electricity prices*. In: *Energy Policy* 73, (2014), 196–210, S. 196, doi:10.1016/j.enpol.2014.05.004.

60. Lorenz Jarass, Gustav M. Obermair, Wilfried Voigt: *Windenergie. Zuverlässige Integration in die Energieversorgung*. Berlin/Heidelberg 2009, S. 107f.
61. Lorenz Jarass, Wilfried Voigt: *Neuer EEG-Ausgleichsmechanismus kann den Ausbau der erneuerbaren Energien gefährden!* *Energiewirtschaftliche Tagesfragen* 59, Heft 10, (2009), 26–29, Online (<http://www.jarass.com/Energie/B/et,%20v2.9,%20Ver%F6ffentlichung.pdf>).
62. *Kurzstudie zur historischen Entwicklung der EEG-Umlage* (<https://web.archive.org/web/20160603102549/http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/data-nivc-/kurzstudie-zur-historischen-entwicklung-der-eeg-umlage.pdf>) (Memento vom 3. Juni 2016 im *Internet Archive*). In: *Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme*. Abgerufen am 30. Juni 2014.
63. Vgl. Volker Quaschnig: *Erneuerbare Energien und Klimaschutz*. München 2013, S. 118.
64. Daniel Hölder: *Echtzeitwälzung – Erneuerbaren Strom in den Wettbewerb um Kunden integrieren. Vorschlag für die Weiterentwicklung des Ausgleichsmechanismus*. *Zeitschrift für Neues Energierecht* 18 (2014) Heft 1, 14–18, S. 14.
65. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*, München 2013, S. 360.
66. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*, München 2013, S. 358.
67. Klaus-Dieter Maubach: *Energiewende. Wege zu einer bezahlbaren Energieversorgung*. Wiesbaden 2014, S. 19f.
68. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 358f.
69. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 359f.
70. Lorenz Jarass, Gustav M. Obermair: *Welchen Netzausbau erfordert die Energiewende?* Münster 2012, S. 23.
71. *Der Weg zur Energie der Zukunft*. (https://www.bundestag.de/dokumente/textarchiv/2012/38640342_kw16_kalender_atomaustieg/208324) Internetseite des Bundestages. Zuletzt abgerufen am 15. Oktober 2014.
72. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 389.
73. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 364, Ebd. Tab. S. 409.
74. Joachim Radkau, Lothar Hahn: *Aufstieg und Fall der deutschen Atomwirtschaft*. München 2013, S. 362–364.
75. VZBV: Verbraucherinteressen in der Energiewende. Ergebnisse einer repräsentativen Befragung (http://www.vzbv.de/cps/rde/xbcr/vzbv/Energiewende_Studie_lang_vzbv_2013.pdf) (PDF; 166 kB)
76. *Energiepolitik der IEA-Länder – Deutschland*. 2013 (<https://web.archive.org/web/20130914052349/http://www.iea.org/media/executivesummaries/GermanyExecSumDEUTSCH.pdf>) (Memento vom 14. September 2013 im *Internet Archive*) (PDF; 724 kB). In: *Internationale Energieagentur*.
77. dpa: *Weltbank-Chef warnt vor Ernährungskatastrophen durch Klimawandel*. (<http://www.wz-newsline.de/home/wirtschaft/weltbank-chef-warnt-vor-ernaehrungskatastrophen-durch-klimawandel-1.1349848>) In: *Westdeutsche Zeitung*. 20. Juni 2013, abgerufen am 15. März 2014.
78. Rheinische Post vom 21. August 2014, S. A2: Merkels Energiewende fällt durch (https://rp-online.de/politik/angela-merkels-energiewende-faellt-durch_aid-20248585)
79. *Mehr Unternehmen profitieren von Rabatten. EEG-Reform verfehlt zentrales Ziel* (<https://web.archive.org/web/20150424052328/http://www.tagesschau.de/wirtschaft/eeg-umlage-industrierabatte-101.html>) (Memento vom 24. April 2015 im *Internet Archive*). In: *Tagesschau.de*, 23. April 2015. Abgerufen am 24. April 2015.

80. *Still und heimlich: Regierung erweitert Industrie-Ausnahmen im EEG.* (<http://www.iwr.de/news.php?id=29201>) In: *IWR*, 10. Juli 2015. Abgerufen am 22. Juli 2015.
81. *German government quietly expands industry energy subsidies* (<https://web.archive.org/web/2015072204435/http://www.renewablesinternational.net/german-government-quietly-expands-industry-energy-subsidies/150/537/89002/>) (Memento vom 22. Juli 2015 im *Internet Archive*). In: *Renewables International*, 22. Juli 2015. Abgerufen am 22. Juli 2015.
82. Anna Pegels, Wilfried Lütkenhorst: *Is Germany's energy transition a case of successful green industrial policy? Contrasting wind and solar PV.* *Energy Policy* 74, (2014), 522–534, S. 530, doi:10.1016/j.enpol.2014.06.031
83. Fritz Vorholz: *Forscher warnen vor Scheitern der Energiewende.* (<http://www.zeit.de/wirtschaft/2012-01/energiesparen-appell>) In: *Die Zeit*. 18. Januar 2012, abgerufen am 15. März 2014.
84. *Energiewende aus Sicht des Handwerks – energiepolitisches Positionspapier* (https://web.archive.org/web/20121008193036/http://www.handwerk-bw.de/fileadmin/user_upload/Themenbereich/Energie_Klimaschutz/bwht-energiepapier-lang.pdf) (Memento vom 8. Oktober 2012 im *Internet Archive*) (PDF; 403 kB). Abgerufen am 9. März 2012.
85. *Energiewende. Industrie im Kern gespalten.* (<http://www.handelsblatt.com/unternehmen/industrie/energiewende-industrie-im-kern-gespalten/6307758.html>) In: *Handelsblatt*, 9. März 2012. Abgerufen am 9. März 2012.
86. Stephan W. Eder: *Neues Marktdesign für Energiewende.* (<http://www.vdi-nachrichten.com/Technik-Wirtschaft/Strombranche-Neues-Marktdesign-fuer-Energiewende>) In: *VDI nachrichten*. 27. April 2012, abgerufen am 16. März 2014.
87. *Altmaier: Deutschland beim Klimaschutz auf gutem Weg, aber nicht mit dem nötigen Tempo.* (http://www.bmu.de/bmu/presse-reden/pressemitteilungen/pm/artikel/altmaier-deutschland-beim-klimaschutz-auf-gutem-weg-aber-nicht-mit-dem-noetigen-tempo/?tx_ttnews%5BbackPid%5D=1) Pressemitteilung des Bundesumweltministeriums. Abgerufen am 23. März 2013.
88. *Klimaschutzprojekte gefährdet. Energiewende geht das Geld aus.* (<http://www.n-tv.de/politik/Energiewende-geht-das-Geld-aus-article10291981.html>) In: *n-tv.de*, 13. März 2013. Abgerufen am 23. März 2013.
89. Oliver Geden, Ralf Tils: *Das deutsche Klimaziel im europäischen Kontext: strategische Implikationen im Wahljahr 2013.* (http://www.zpb.nomos.de/fileadmin/zpb/doc/Aufsatz_ZPB_13_01_Geden_Tils.pdf) (PDF; 218 kB). In: *Zeitschrift für Politikberatung*. Heft 1/2013, S. 24–28.
90. Christoph Pieper et al.: *Die wirtschaftliche Nutzung von Power-to-Heat-Anlagen im Regelenergiemarkt.* In: *Chemie Ingenieur Technik* 87, Issue 4, (2015), 390–402, S. 390f, doi:10.1002/cite.201400118.
91. *TenneT sichert 2.000 Megawatt Kaltreserve für die Versorgungssicherheit im Winter.* (http://www.tennetso.de/site/binaries/content/assets/company/news/2012/dezember/121205_pm_tennet-sichert-2000mw-kaltreserve.pdf) Internetseite von Tennet. Abgerufen am 15. Oktober 2014.
92. *Gesetzentwurf der Bundesregierung – Entwurf eines Zweiten Gesetzes über Maßnahmen zur Beschleunigung des Netzausbaus Elektrizitätsnetze.* (<http://dip21.bundestag.de/dip21/btd/17/126/1712638.pdf>) (PDF; 444 KB) In: *Deutscher Bundestag*. 6. März 2013, S. 16.
93. *Frankreich braucht „Stromhilfe“ aus Deutschland.* (http://www.focus.de/finanzen/news/energie-frankreich-braucht-stromhilfe-aus-deutschland_aid_712138.html) In: *Focus*. 8. Februar 2012, abgerufen am 25. Februar 2012.
94. *Deutschland exportierte auch 2012 mehr Strom als es importierte.* (https://www.destatis.de/DE/PresseService/Presse/Pressemitteilungen/2013/04/PD13_125_51pdf.pdf?__blob=publicationFile) destatis. Abgerufen am 2. April 2013.
95. *Electricity trading. German power exports more valuable than its imports* (<https://web.archive.org/web/20130410114358/http://www.renewablesinternational.net/german-power-exports-more-valuable-than-imports/150/537/61663/>) (Memento vom 10. April 2013 im *Internet Archive*). In: *Renewables International* 2. April 2013. Abgerufen am 4. April 2013.

96. *Deutschland 2013 mit Rekordgewinn beim Stromexport* (<https://web.archive.org/web/20140725231054/http://www.stern.de/news2/aktuell/deutschland-2013-mit-rekordgewinn-beim-stromexport-2124643.html>) (Memento vom 25. Juli 2014 im *Internet Archive*). In: *Stern*, 17. Juli 2014. Abgerufen am 15. Oktober 2014.
97. Fraunhofer ISE: *Kohleverstromung zu Zeiten niedriger Börsenstrompreise*, S. 18. (<https://web.archive.org/web/20131016023914/http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/aktuelles/kohleverstromung-zu-zeiten-niedriger-boersenstrompreise.pdf>) (Memento vom 16. Oktober 2013 im *Internet Archive*) (PDF; 1,9 MB)
98. *Stromexport auf Allzeithoch – Energie-Importe gestiegen*. (<http://www.solarify.eu/2014/04/03/135-stromexport-allzeithoch-energieimporte-gestiegen/>) Max-Planck-Gesellschaft. Abgerufen am 11. April 2014.
99. *Bayern will ein Gaskraftwerk*. (<http://www.zeit.de/politik/deutschland/2014-02/seehofer-gaskraftwerk-merkel-spd>) In: *Die Zeit*. 10. Februar 2014. Abgerufen am 15. April 2014.
100. *Electricity Spot-Prices and Production Data in Germany 2014*. (<http://www.ise.fraunhofer.de/de/downloads/pdf-files/data-nivc-/folien-electricity-spot-prices-and-production-data-in-germany-2014-engl.pdf>) Fraunhofer ISE. Abgerufen am 15. April 2014.
101. *Unrentable Kraftwerke: Umweltbundesamt warnt Stromriesen vor Panikmache*. (<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/umweltbundesamt-warnt-stromriesen-vor-panikmache-a-911971.html>) In: Spiegel Online, 19. Juli 2013. Abgerufen am 20. Juli 2013.
102. Stefan Schultz: *Unrentable Kraftwerke: EU warnt vor Erpressung durch Stromkonzerne*. (<http://www.spiegel.de/wirtschaft/unternehmen/eu-papier-warnt-vor-panikmache-bei-stromversorgung-a-911798.html>) In: *Spiegel Online*. 20. Juli 2013. Abgerufen am 20. Juli 2013.
103. *Ein Strommarkt für die Energiewende*, S. 34. (<http://www.bmwi.de/BMWi/Redaktion/PDF/G/gruenbuch-gesamt,property=pdf,bereich=bmwi2012,sprache=de,rwb=true.pdf>) Internetseite des Bundeswirtschaftsministeriums. Abgerufen am 3. November 2014.
104. Joachim Gauck: *Rede zur Eröffnung der Woche der Umwelt 2012*. (<http://www.bundespraesident.de/SharedDocs/Reden/DE/Joachim-Gauck/Reden/2012/06/120605-Woche-Umwelt.html>) In: *bundespraesident.de*. 5. Juni 2012, abgerufen am 16. März 2014.
105. *SPD wirft Gauck „Ost-Mentalität“ vor*. (<http://www.zeit.de/politik/deutschland/2012-06/gauck-energie-spd-kritik>) In: *Die Zeit*. 6. Juni 2012, abgerufen am 16. März 2014.
106. *Nachhaltigkeitsrat sieht Schieflage in Strompreisdebatte*. (http://www.strom-magazin.de/strommarkt/nachhaltigkeitsrat-sieht-schieflage-in-strompreisdebatte_33029.html) Strommagazin. Abgerufen am 15. Februar 2013.
107. *Der Strompreisdebatte fehlt die Nachhaltigkeit*. (https://web.archive.org/web/20130301175056/http://www.nachhaltigkeitsrat.de/uploads/media/RNE_Strompreise_und_Nachhaltigkeit_14-02-2013.pdf) (Memento vom 1. März 2013 im *Internet Archive*) (PDF; 119 kB). *Rat für Nachhaltige Entwicklung*. Abgerufen am 15. Februar 2013.
108. Stefan Schultz: *Energiewende. Was an der Strom-Debatte stimmt – und was nicht*. (<http://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/strompreise-analyse-wie-teuer-der-strom-wirklich-wird-a-845080.html>) In: *Der Spiegel*. 21. Juli 2012, abgerufen am 16. März 2014.
109. Thimo Heeg: *Erneuerbare Energien. Arme zahlen mehr für die Energiewende*. (<https://www.faz.net/aktuell/politik/energiepolitik/erneuerbare-energien-arme-zahlen-mehr-fuer-die-energie-wende-11729060.html>) In: Frankfurter Allgemeine Zeitung vom 24. April 2012.
110. *Evaluierungsbericht der Bundesnetzagentur zur Ausgleichsmechanismusverordnung* (https://web.archive.org/web/20120523174839/http://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/BNetzA/Sachgebiete/Energie/ErneuerbareEnergienGesetz/EvaluierungsberichtAusglMechV/EvaluierungsberichtAusglMechV.pdf?__blob=publicationFile) (Memento vom 23. Mai 2012 im *Internet Archive*). Internetseite der Bundesnetzagentur. Abgerufen am 7. Juni 2012.

111. *Ökostrom-Umlage. Netzagentur kritisiert Entlastungen für Industrie.* (<http://www.spiegel.de/wirtschaft/netzagentur-kritisiert-vergutenstigungen-fuer-stromintensive-unternehmen-a-833299.html>) In: *Der Spiegel*, 15. Mai 2012. Abgerufen am 7. Juni 2012.
112. *EU leitet Beihilfeverfahren gegen Deutschland wegen EEG-Befreiung der Großindustrie ein.* (http://www.energieverbraucher.de/de/Erneuerbare/Erneuerbare/Das-EEG__510/#con-12861) Pressemitteilung. Abgerufen am 7. Juni 2012.
113. *Rekordzahl an Firmen will von Energiewende-Kosten befreit werden.* (<http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/oekostrom-umlage-rekordzahl-an-firmen-will-von-energie-wende-kosten-befreit-werden-1.1453971>) In: *Süddeutsche Zeitung*. 30. August 2012. Abgerufen am 30. August 2012.
114. *Abschlag auf die Stromrechnung.* (<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/energiepolitik/erneuerbare-energien-abschlag-auf-die-stromrechnung-11873749.html>) In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 31. August 2012. Abgerufen am 31. August 2012.
115. *EEG sorgt für Zweiklassengesellschaft.* (<http://www.impulse.de/unternehmen/:impulse-exklusiv--EEG-sorgt-fuer-Zweiklassengesellschaft/1031536.html>) In: *Impulse (Zeitschrift)*. 26. September 2012. Abgerufen am 26. September 2012.
116. *Interview mit dem Ökonom Justus Haucap. Die Kosten fahren die Energiewende an die Wand.* (<http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/energiepolitik/interview-mit-dem-oekonom-justus-haucap-die-kosten-fahren-die-energie-wende-an-die-wand-12284402.html>) In: *Frankfurter Allgemeine Zeitung*, 17. Juli 2013. Abgerufen am 15. März 2014.
117. Felix Ekardt: *Jahrhundertaufgabe Energiewende: Ein Handbuch*. Berlin 2014, S. 28ff., 110ff. und 152ff.
118. NDR, Wie E.ON millionenschwere Steuerlöcher reißt (<https://www.ndr.de/nachrichten/Wie-EON-millionenschwere-Steuerloecher-reisst,eonlux100.html>)
119. Süddeutsche Zeitung, Luxemburg-Leaks zu Eon Windige Kredite (<http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/luxemburg-leaks-zu-eon-windige-kredite-1.2208475>)
120. *dena-Leitstudie Integrierte Energiewende.* (https://www.dena.de/fileadmin/dena/Dokumente/Pdf/9261_dena-Leitstudie_Integrierte_Energiewende_lang.pdf) (PDF; 8,3 MB) dena-Leitstudie Integrierte Energiewende Impulse für die Gestaltung des Energiesystems bis 2050. Deutsche Energie-Agentur GmbH (dena), Juli 2018, abgerufen am 11. April 2020.
121. *Wege zu einem klimaneutralen Energiesystem.* (<http://www.ise.fraunhofer.de/content/dam/ise/de/documents/publications/studies/Fraunhofer-ISE-Studie-Wege-zu-einem-klimaneutralen-Energiesystem.pdf>) (PDF; 2,9 MB) Die deutsche Energiewende im Kontext gesellschaftlicher Verhaltensweisen. Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme ISE, Februar 2020, abgerufen am 11. April 2020.
122. Tagesschau.de, Bund und Betreiber einigen sich auf Milliardenentschädigung (<https://www.tagesschau.de/wirtschaft/atomausstieg-entschaedigung-101.html>) Abgerufen am 6. März 2021
123. Daniel Wetzel: *Nobelpreisträger und Klimaforscher fordern Weiterbetrieb der deutschen Atomkraftwerke.* (<https://www.welt.de/wirtschaft/article244777400/Atomausstieg-Nobelpreistraeger-und-Klimaforscher-fordern-AKW-Weiterbetrieb.html>) 14. April 2023, abgerufen am 14. April 2023.
124. Thomas Hummel: *Klimakonferenz: Die Atomkraft spaltet.* (<https://www.sueddeutsche.de/politik/atomkraft-klimakonferenz-1.5463143>) In: *Süddeutsche Zeitung*. 12. November 2021, abgerufen am 20. November 2021.
125. *Klimaschutz: Gabriel will neue Abgabe für alte Kohlemeiler einführen* (<http://www.spiegel.de/wirtschaft/service/gabriel-neue-klimaschutzabgabe-fuer-kohlekraftwerke-geplant-a-1024554.html>) Spiegel Online, vom 20. März 2015.
126. *Bund und Kohle-Länder einigen sich auf Abschaltplan* (<https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/bund-und-kohle-laender-einigen-sich-auf-abschaltplan-fuer-braunkohle-a-65f28ba3-1aa6-4643-88ea-2606b8b9969b>) Spiegel, vom 16. Januar 2020

127. *Kohleausstieg: Opposition und Verbände kritisierten Plan der Bundesregierung* (<https://www.spiegel.de/politik/deutschland/kohleausstieg-opposition-und-verbaende-kritisieren-plan-der-bundesregierung-a-3956121c-3da7-4176-8cc6-3a6b237a794d>) Spiegel, vom 16. Januar 2020
128. Stefan Schultz: *Energiewende: 100 Dinge, die schief laufen*. (<https://www.spiegel.de/wirtschaft/soziales/co2-wende-100-dinge-die-schieflaufen-eine-maengelliste-a-cccd07e2-1daa-4825-b2e0-b5cd2795065a>) In: *DER SPIEGEL*. 2. April 2021, abgerufen am 2. April 2021.
129. FOCUS Online: *Kohleausstieg könnte Emissionen sogar steigern: Klimaexperten schlagen CO2-Preis vor*. (https://www.focus.de/wissen/klima/co2-preis-als-loesungsweg-kohleausstieg-in-derzeitiger-form-koennte-co2-emissionen-sogar-steigern_id_10790405.html) 4. Juni 2019, abgerufen am 7. Juni 2019.
130. *German coal phase-out could be in vain without CO2-pricing* (<https://www.pik-potsdam.de/news/press-releases/german-coal-phase-out-could-be-in-vain-without-co2-pricing>) Internetseite des PIK. Abgerufen am 7. Juni 2019.
131. *7. Energieforschungsprogramm der Bundesregierung*. (https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/7-energieforschungsprogramm-der-bundesregierung.pdf?__blob=publicationFile&v=14) Abgerufen am 1. Februar 2021.
132. *Bundesbericht Energieforschung 2020*. (https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/bundesbericht-energieforschung-2020.pdf?__blob=publicationFile&v=22) Abgerufen am 1. Februar 2021.
133. *BMBF bringt Wasserstoff-Leitprojekte auf den Weg*. (<https://www.bmbf.de/de/bmbf-bringt-wasserstoff-leitprojekte-auf-den-weg-13530.html>) Abgerufen am 1. Februar 2021.
134. *Altmaier: Startschuss für Förderung der „Reallabore der Energiewende“*. (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Pressemitteilungen/2019/20190211-altmaier-startschuss-fuer-foerderung-der-reallabore-der-energiewende.html>) Abgerufen am 1. Februar 2021.
135. *400 Millionen Euro für die Energiewende*. (<https://www.bundesregierung.de/breg-de/aktuelles/400-millionen-euro-fuer-die-energiewende-426856>) Abgerufen am 1. Februar 2021.
136. *Förderprogramm SINTEG: "Schaufenster intelligente Energie - Digitale Agenda für die Energiewende"*. (<https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Artikel/Energie/sinteg.html>) Abgerufen am 1. Februar 2021.

Abgerufen von „https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Energiewende_in_Deutschland&oldid=234607316“

Diese Seite wurde zuletzt am 14. Juni 2023 um 17:00 Uhr bearbeitet.

Der Text ist unter der Lizenz „Creative-Commons Namensnennung – Weitergabe unter gleichen Bedingungen“ verfügbar; Informationen zu den Urhebern und zum Lizenzstatus eingebundener Mediendateien (etwa Bilder oder Videos) können im Regelfall durch Anklicken dieser abgerufen werden. Möglicherweise unterliegen die Inhalte jeweils zusätzlichen Bedingungen. Durch die Nutzung dieser Website erklären Sie sich mit den Nutzungsbedingungen und der Datenschutzrichtlinie einverstanden.

Wikipedia® ist eine eingetragene Marke der Wikimedia Foundation Inc.