
„Energiewende“: Von internationalen Klimaabkommen bis hin zum deutschen Erneuerbaren-Energien-Gesetz

Sandra Hook

Abstract

Während Klima die ‚Mutter‘ aller Standortfaktoren für das Leben auf der Erde ist, ist Klimaschutz mittlerweile eines der wenigen verbindenden Interessen der Weltgemeinschaft. Das war nicht immer so, denn trotz vermehrter internationaler Klimaschutzbemühungen seit den 70er Jahren des letzten Jahrhunderts haben verbindliche Abkommen, mit Durchgriff auf die nationalen Ebenen, sehr lange auf sich warten lassen bzw. wurden recht zögerlich umgesetzt. Kernstück der internationalen Klimaschutzbemühungen ist die Energiewirtschaft bzw. deren Dekarbonisierung. Dies soll zum einen durch Einsparungen und hier v. a. durch Effizienzgewinne bewerkstelligt werden, zum anderen durch einen konsequenten Umbau der Erzeugungskapazitäten von vorwiegend fossil auf erneuerbar. Adressiert werden hierbei alle Energiebereiche, wobei die Umsetzungsraten bei Mobilität und Wärme sich eher im unteren, einstelligen Prozentbereich bewegen – so auch in Deutschland, dem international als Vorreiter der ‚Energiewende‘ geltenden Industrieland. Auch hier ist es lediglich der Strombereich, der mit Ausbauraten von mehr als 30 Prozent aufwarten kann. Ein besonderes Augenmerk gilt folgerichtig dem nationalen Gesetzeswerk für den Strombereich, dem Erneuerbaren-Energien-Gesetz. Seine Geschichte wird bis zu den Zielvereinbarungen von Paris bzw. Marrakesch dargelegt. Sie endet bei aktuellen Veränderungen, welche eine erhebliche Verfehlung der dort vereinbarten Klimaschutzziele erwarten lassen.

Keywords

Klimaschutz, Energiewende, EEG, physische Wälzung, Merit Order, Strombörse, Treibhausgasemissionen, Energiewirtschaft, Emissionshandel

1 Einleitung: German Energiewende

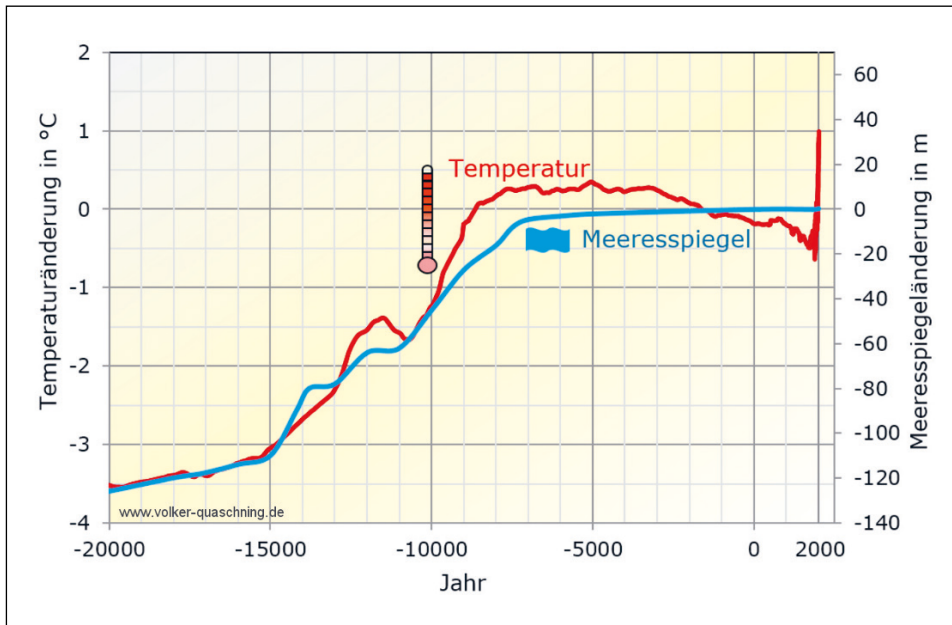
Der Begriff ‚German Energiewende‘ ist mittlerweile von internationaler Bedeutung, denn hinter ihm steht die während der letzten 200 Jahre vom Menschen verursachte Klimaveränderung und ihre tiefgreifenden und nachhaltigen Folgen für die Lebensbedingungen auf der Erde. Das Klima als die ‚Mutter‘ aller Standortfaktoren für das Ökosystem Erde, dessen Wirkungsweise an Komplexität kaum zu überbieten ist und keinerlei Landesgrenzen sowie wenige geographische respektiert, beschäftigt demnach zu Recht die Weltpolitik. Der Zusammenhang zwischen der Konzentration an Treibhausgasen in der Atmosphäre und steigenden Jahresmitteltemperaturen gilt mittlerweile als wissenschaftlicher Konsens (z. B. IPCC 2017, DWD 2016, UBA 2016). Ebenso sicher kann der wachsende Ausstoß dieser Gase unumstößlich menschlichen Aktivitäten zugeordnet (z. B. IPCC 2017, BPB 2016, Schellnhuber 2015; hierzu auch Brunnengräber 2018 in diesem Band) werden. Das Anliegen der Energiewende ist es deshalb – international wie national – eine der größten Quellen dieser anthropogen verursachten Treibhausgaszunahme auszuschalten und von einer fossil geprägten Energiewirtschaft auf eine solche umzusteigen, die erneuerbare Energieträger nutzt (zu Herausforderungen siehe u. a. auch Büscher und Sumpf 2018; Fromme 2018; Mandel 2018 in diesem Band).

2 Klima und Klimaschutz

2.1 Einführende Bemerkungen

Seit dem Beginn der Industrialisierung ist die globale Jahresmitteltemperatur um fast ein Grad gestiegen. Klimaveränderungen sind für die Erde nichts Neues, das Tempo der neuesten Erwärmung allerdings schon: ein Grad in weniger als 200 Jahren ist neuer Rekord (vgl. Abb. 1).

Das Klima ist der bestimmende Faktor für die Lebensbedingungen auf der Erde und hat entscheidenden Einfluss darauf, welche Arten sich in welchen Regionen auf ‚unserem‘ Planeten ansiedeln und leben können (vgl. z. B. Sommer 2015, BfN 2006, Schroeder 1998, Walter 1990, Cox und Moore 1987, Illies 1972, de Lattin 1967). Eindrücklichstes Beispiel ist hierbei das Aussterben der Dinosaurier, welches gemeinhin mit einem massiven Klimawandel erklärt wird – ein wichtiger Grund genau hinzuschauen und akribisch zu beobachten, wie sich das Klima entwickelt. Hierfür hat das Umweltprogramm der Vereinten Nationen (UNEP) zusammen mit der Weltorganisation für Meteorologie (WMO) 1988 das *Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)* gegründet, im Deutschen unter dem Begriff *Weltklimarat* geführt. Diese zwischenstaatliche Institution führt Wissen zum Klimawandel zusammen und erstellt Prognosen sowie Szenarien für die Zukunft, welche als Basis für politisches Handeln dienen sollen.

Abbildung 1 Entwicklung der Temperaturen und Meeresspiegel von 20 000 v. Chr. bis 2015

Quelle: Quaschnig 2017

Fast genau zehn Jahre nach Einrichtung des IPCC richteten das Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (BMUB) und das Bundesministerium für Bildung und Forschung (BMBF) die *Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle* beim Deutschen Zentrum für Luft- und Raumfahrt (DLR) in Bonn ein. Die Koordinierungsstelle sollte vor allem den Wissenstransfer zwischen Klimaforschung und Klimapolitik erleichtern (vgl. DLR 2016). Als zentrales Instrument internationaler und überstaatlicher Klimaschutzbemühungen wurden *Weltklimakonferenzen* einberufen. Bis zum Jahre 1992 fanden diese jedoch eher unregelmäßig statt.

2.2 Internationale Klimakonferenzen 1 – Von Rio nach Kopenhagen

Mit dem sogenannten ‚Erd-Gipfel‘ in Rio de Janeiro 1992 und der Unterzeichnung der *United Nations Framework Convention on Climate Change* (UNFCCC) oder, zu Deutsch, *Klimarahmenkonvention* (KRK) änderte sich der bis dato eher willkürliche Rhythmus der Klimakonferenzen. Nach Ratifizierung der KRK durch 150 Staaten trat sie 1994 in Kraft, und seitdem folgten jährlich internationale *Konferenzen der Vertragsparteien* (*Conference of the Parties – COP*) mit der Suche nach gemeinsamen Lösungen zum Schutz des Klimas und zu Anpassungen an den Klimawandel.

Sehr früh im Prozess der internationalen Klimaverhandlungen wurde auf die *Energiewirtschaft*¹ als zentrales Handlungsfeld zur Treibhausgasemission fokussiert und es wurden entsprechende Zielvorgaben entwickelt. Bereits in Rio de Janeiro verpflichteten sich die Industrie- und Transformationsländer dazu – die so genannten Entwicklungsländer waren zunächst ausgenommen – ihre Emissionen bis zum Jahr 2000 auf den Stand von 1990 zu reduzieren. Die erste COP nach dem Erdgipfel, 1995 in Berlin, zeigte gleich auf, dass die in Rio vereinbarten Ziele der Treibhausgasreduzierung zu gering und zu unkonkret waren – es fehlten Maßnahmen zur Umsetzung. Allerdings dauerte es noch bis zur 3. COP im japanischen Kyoto 1997, dass ein konkreter Ziel- und Maßnahmenkatalog erarbeitet wurde – das *Kyoto-Protokoll*.

Wieder waren es im Wesentlichen die Industrieländer, die sich verpflichteten, ihre Emissionen zu reduzieren, und zwar mit konkreten Vorgaben. Basisjahr für diese Reduktionsverpflichtung war ebenfalls 1990. Als relevante Treibhausgase wurden sechs definiert (Sekretariat der Klimarahmenkonvention 1998):

- Kohlendioxid (CO₂)
- Methan (CH₄)
- Distickoxid (N₂O) (Lachgas)
- wasserstoffhaltige Fluorkohlenwasserstoffe (FKW)
- perfluorierte Fluorkohlenwasserstoffe (PFC)
- Schwefelhexafluorid (SF₆).

Normiert wurde allerdings der Einfachheit halber auf CO₂ als Standardgröße, so dass die anderen Treibhausgase in CO₂-Äquivalente umgerechnet werden (Beispiel 1 Teilchen CH₄ = 21 Teilchen CO₂-Äquivalente).

Als Vertragszeitraum für die Kyoto-Vereinbarung wurden die Jahre 2008 bis 2012 festgelegt. In diesem Zeitraum sollten die Treibhausgasemissionen um insgesamt 5,2 Prozent reduziert werden. Diese Verpflichtungen sollten ausreichen, um die weltweite Jahresmitteltemperatur um nicht mehr als zwei Grad Celsius ansteigen zu lassen – im Vergleich zu vor der Industrialisierung (bis 1850). Diese Vorgabe etablierte sich als das sogenannte *2 Grad-Ziel* – eine Klimaveränderung, von der man glaubte, dass sie zwar gravierende Folgen für das Leben auf der Erde haben würde, allerdings keine verheerenden. Während sich die Europäische Union als Staatenverbund verpflichtete, ihre Treibhausgasemissionen sogar um 8 Prozent im Vertragszeitraum zu reduzieren (unterschiedlich auf die Mitgliedsstaaten verteilt), nahmen einige Hauptemittenten nicht einmal ihre 5,2 Prozent Verpflichtung an.

1 Energiewirtschaft umfasst alle Einrichtungen und Handlungen, die das Ziel verfolgen, die Versorgung von Privathaushalten und Betrieben aller Art mit Energieträgern sicherzustellen. Sie ist ein komplexer Wirtschaftszweig im Spannungsfeld von Ressourcenbeschaffung, Umwandlung und Verteilung von Energie.

Allen voran waren dies die USA, welche im März 2003 sogar durch den damals amtierenden Präsidenten George W. Bush ihre Unterzeichnung des ursprünglichen Abkommens durch Bill Clinton widerriefen (vgl. Oppel und Nolte 2008). Dies führte dazu, dass die notwendige Anzahl an Staaten zur Ratifizierung des Kyoto-Protokolls (55 jener Industrieländer, die im Jahr 1990 für 55 Prozent des weltweiten Ausstoßes von Treibhausgasen verantwortlich waren) lange nicht erreicht wurde. Rechtskraft erreichte es erst im November 2004, mit dem formellen Beitritt Russlands.

Zur Erreichung der konkreten Reduktionsziele wurden im Kyoto-Protokoll bestimmte Instrumente festgeschrieben. Das wohl bekannteste und potenteste dieser sogenannten *flexiblen Instrumente oder Mechanismen* ist der *Emissionshandel*. Er beschreibt nichts anderes als den An- und Verkauf von Emissionszertifikaten, normiert auf CO₂, bei einem festgelegten Ausstoßvolumen (cap). Über den Emissionshandel wird demnach CO₂ bepreist. Wer CO₂ einspart, kann die überflüssigen Zertifikate verkaufen. Die Zertifikate werden nach und nach verknapppt, sodass sie immer teurer werden.

In der Praxis wird einem Unternehmen für seine Produktion ein bestimmtes Kontingent an CO₂-Zertifikaten kostenfrei zugeteilt. Übersteigt die CO₂-Produktion die Anzahl der frei zugeteilten Zertifikate, müssen welche hinzugekauft werden. In diesem Fall greifen die Verpflichtungen des Kyoto-Protokolls: Aufgrund der Reduktionsziele für jedes Land soll nicht in Zertifikate, sondern in Effizienzmaßnahmen investiert werden, um weniger CO₂ auszustoßen. Da immer ein gewisser Grundstock an Zertifikaten vorhanden ist, können die durch Effizienzmaßnahmen eingesparten Zertifikate an Unternehmen verkauft werden, die keine Effizienzmaßnahmen umgesetzt haben.

In den ersten Runden des Emissionshandels ist es durchaus möglich, dass es für viele Unternehmen zunächst günstiger ist, Zertifikate zu kaufen als in eine Emissionsreduzierung und damit in Klimaschutz zu investieren. Um sicher zu stellen, dass sich dieser Trend umkehrt, werden die frei zugeteilten Zertifikate nach und nach verknapppt, sodass die freiwerdenden (die ‚Eingesparten‘) immer mehr an Wert gewinnen (Angebot und Nachfrage).

Überträgt man dieses Prinzip Emissionshandel auf die Energiewirtschaft – den Fokus der internationalen Klimaschutzbemühungen – erhalten die fossilen Energieträger nicht nur einen Brennstoffpreis, sondern über ihren CO₂-Ausstoß zusätzlich einen Zertifikatspreis. Kommen in der Energiewirtschaft nun mehr und mehr regenerative Techniken zum Einsatz, die keine bzw. wenige Brennstoffe benötigen, profitieren die Unternehmen von Brennstoffersparnissen plus Gewinnen aus dem Emissionshandel.

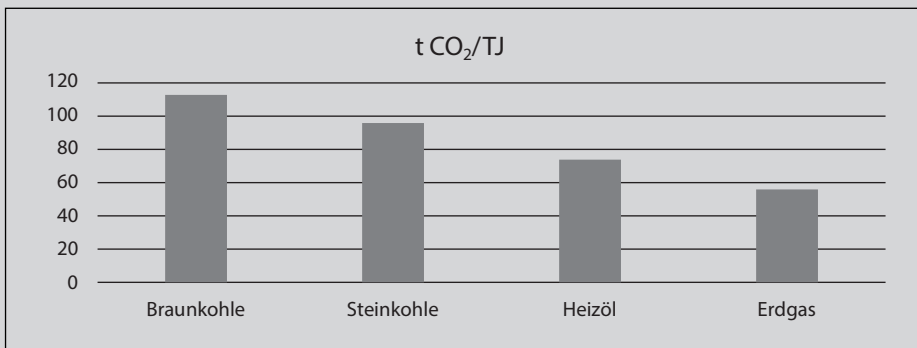
Exkurs Strommarkt Deutschland

Im Bereich der Energiewirtschaft ist es vor allem die Stromproduktion, welche das meiste CO₂ emittiert (in Deutschland mehr als 80 %, vgl. z.B. UBA 2017), so dass eine Dekarbonisierung der Stromproduktion für den Klimaschutz bisher an erster Stelle steht. Für den Handel bzw. die Preisermittlung des Stroms gibt es in Deutschland einen zentralen Handelsplatz, die Strombörse. Auch wenn hier nur 20–25 % des Handelsvolumens an Strom verkauft wird, legt sie den Preis an allen anderen Handelsplätzen fest. Der Großteil des Stromhandels in Deutschland findet über bilaterale Verträge (Erzeuger und Großverbraucher bzw. Stromhändler), meist 5–6 Jahre im Voraus, statt. Man spricht hier vom sogenannten ‚Over the Counter‘-Handel (OTC).

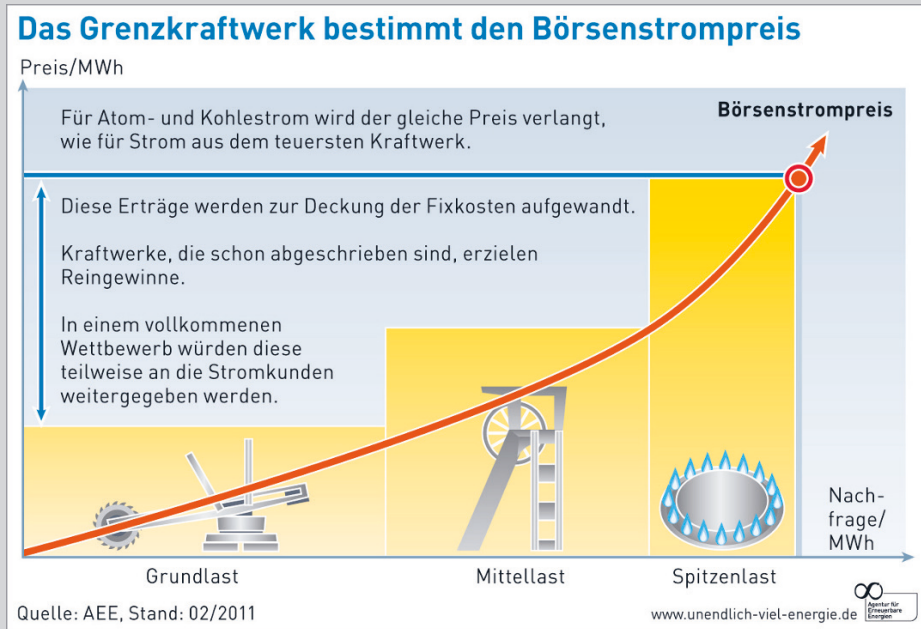
An der deutschen Strombörse werden die Kraftwerke mit ihren Strommengen nach dem Preis ihrer benötigten Roh- bzw. Brennstoffe plus dem aktuellen Preis für CO₂ gelistet (= Grenzkosten). Die Einsatzreihenfolge der Kraftwerke zur Deckung des Strombedarfs (Merit Order) beginnt also mit dem Kraftwerk, welches die geringsten Grenzkosten hat (Beispiel Abb. 3). Bisher ist es so, dass die niedrigsten Rohstoffkosten auf die CO₂-lastigsten Energieträger entfallen, nämlich die Kohle (vgl. Abb. 2).

Die höchsten Rohstoffkosten hat das CO₂-freundliche Erdgas, weshalb es unter dem Paradigma der Merit Order, in dem nur die Grenzkosten zählen, wenig zum Einsatz kommt. Aber wenn es zum Einsatz kommt, zu sogenannten Spitzenlastzeiten, steigen die Gewinne der günstiger produzierenden Kraftwerke überproportional an. Denn vergütet wird – wie in Abb. 3 ersichtlich – nach dem Preis des Kraftwerks, welches als letztes produzieren muss, um die Nachfrage zu decken.

Abbildung 2 CO₂ Ausstoß in Tonnen pro Terra Joule



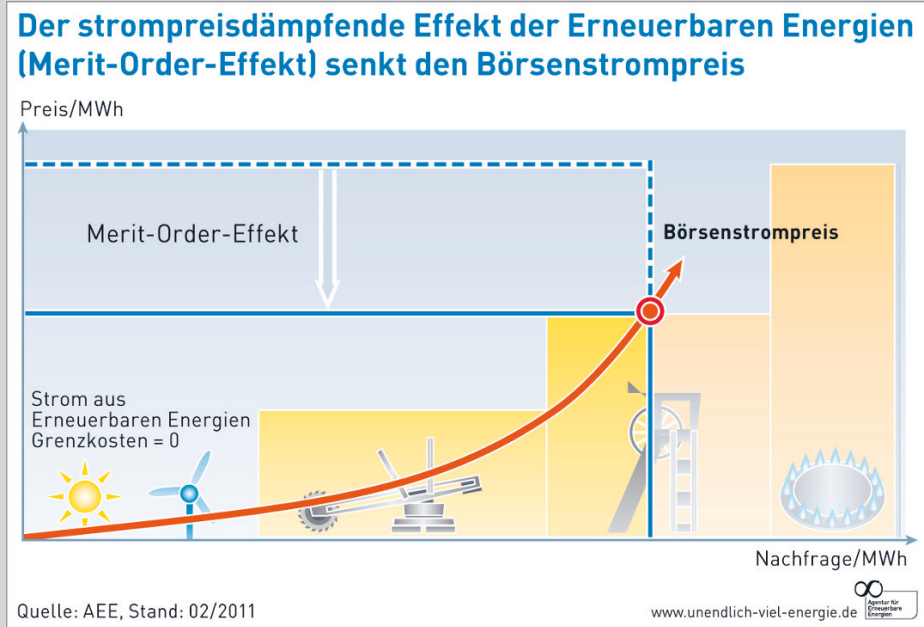
Quelle: Eigene Darstellung nach UBA 2016

Abbildung 3 Merit Order ohne erneuerbare Energien, Erdgas am Ende der Nachfragekurve

Quelle: AEE 2017a

Dies verschärft sich sogar durch den noch vorrangigen Vertrieb von Strom aus erneuerbaren Energien an der Strombörse. Da die erneuerbaren Energieträger kaum Rohstoff- und CO₂-Kosten haben und zusätzlich noch Priorität an der Strombörse genießen, stehen sie in der Merit Order-Logik ganz zu Beginn und drängen demnach die Gaskraftwerke aus der Nachfragekurve.

In den Abbildungen 3 und 4 offenbart sich demnach die durchschlagende Veränderung, welche in der Stromerzeugung allein durch die konsequente Anwendung der Bepreisung von CO₂ über den bereits im Kyoto-Protokoll entwickelten Mechanismus ‚Emissionshandel‘ möglich wäre, denn dann würde sich der Rohstoffpreis um den CO₂ Preis erhöhen. Die Verschiebung von der CO₂-lastigen hin zur CO₂ armen Erzeugung und somit zu einer relevanten Reduzierung der Treibhausgasemissionen, würde dadurch stattfinden. Angewendet beispielsweise auf die heutige Preissituation an der deutschen Strombörse würde das die Merit Order komplett neu sortieren.

Abbildung 4 Merit Order mit erneuerbaren Energien, Erdgas außerhalb der Nachfragekurve

Quelle: AEE 2017b

Neben dem Emissionshandel wurden zwei weitere Mechanismen festgelegt. Diese beziehen sich nicht auf die Umsetzung von CO₂-Reduzierungen am eigenen Standort, sondern auf die Durchführung von Klimaschutzprojekten in bzw. mit anderen Vertragsstaaten (*Joint Implementation*) oder Entwicklungsländern (*Clean Development Mechanism*). Durch letztere soll in Entwicklungsländern eine nachhaltige Energieversorgung aufgebaut werden. Die CO₂-Minderungen werden den durchführenden Staaten zugerechnet und nicht den Standortstaaten.

Der langwierige Kyoto-Prozess und dessen weitreichende Verpflichtungen entfalteten leider wenig Wirkung. Statt zu einer Reduktion des CO₂-Ausstoßes kam es zwischen 1990 und 2015 zu einem Anstieg von 22 Milliarden Tonnen. Viele Unterzeichnerstaaten blieben weit hinter ihren gesetzten Zielen zurück. Trotz mehrerer Klimakonferenzen mit dem Auftrag ein Nachfolgeabkommen zum Kyoto-Protokoll zu erarbeiten (insbesondere COP 15 in Kopenhagen), gelang es bis zum Ende der ersten Verpflichtungsperiode im Jahr 2012 nicht, zu einer neuen und wirkungsvolleren Übereinkunft zu kommen.

2.3 Internationale Klimakonferenzen 2 – Von Doha nach Marrakesch

Als Folge der missglückten Verhandlungen zu einem neuen Abkommen in Kopenhagen wurde das Kyoto-Protokoll 2012 auf der COP 18 in Doha/Katar bis 2020 fortgeschrieben. In diesem Rahmen verpflichteten sich die Industrieländer, ihre Emissionen um insgesamt 18 Prozent gegenüber 1990 zu reduzieren. Ab 2020 sollte dann ein internationales Klimaabkommen in Kraft treten, das für *alle* Länder rechtsverbindliche Ziele festschreibt. Allerdings stiegen mit Neuseeland, Japan und Russland drei wichtige Industrieländer für die zweite Verpflichtungsperiode aus, so dass sich die CO₂-Emissionen der Teilnehmerstaaten auf nicht einmal 15 Prozent der globalen Emissionen beliefen (ursprünglich sollten es 55 Prozent sein).

Nachdem seit In-Kraft-treten der ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls über ein weitreichenderes Abkommen erfolglos verhandelt wurde, kam es 2015 in *Paris (COP 21)* überraschend zu einer umfassenden Einigung der über 150 teilnehmenden Staats- und Regierungschefs: Erstmals definierten fast alle Staaten nationale Klimaschutzziele, nicht nur wie in der Kyoto-Logik die Industrieländer. Darüber hinaus bekannten sie sich zu dem Ziel, die Erderwärmung auf ‚deutlich unter‘ zwei Grad Celsius bzw. möglichst auf 1,5 Grad Celsius zu begrenzen. Zusätzlich terminierte das Abkommen die Dekarbonisierung – auch über die Energiewirtschaft hinaus – auf die zweite Hälfte des 21. Jahrhunderts (Bundesrat 2016).

Mit der Ratifizierung des Paris-Abkommens *verpflichteten sich die Staaten völkerrechtlich*, Maßnahmen zur Erreichung dieser Ziele zu ergreifen. Auch wenn die nationalen Klimaschutzziele bzw. -beiträge (*Intended nationally determined contribution, INDC*) von den Staaten selbst definiert werden, sind diese nicht mehr starr für den Vertragszeitraum festgesetzt. Sie werden nach dem ‚Progressionsprinzip‘ alle fünf Jahre fortgeschrieben. Fast alle Mitgliedstaaten hatten ihren ersten INDC bereits in Paris bestimmt, welcher 2018 im Hinblick auf die internationalen Zielsetzungen überprüft und ggf. angepasst werden soll. Ab 2020 müssen sie dann alle fünf Jahre neue Klimaschutzpläne vorlegen, die ehrgeizigere Reduktionsziele definieren. Um die Überprüfung des einzelnen bzw. gemeinsamen Fortschrittes zu ermöglichen, verpflichteten sich die Staaten zu einem verbesserten Berichtswesen für die Bestandsaufnahme (Stocktake). Überwacht und unterstützt wird dieser Prozess von einem eigens eingerichteten Komitee, ähnlich den Ratingagenturen im Finanzmarkt. Auch wenn es für die Berichtspflichten und Zielsetzungen formal keine Trennung in Industrie- und Entwicklungsländer mehr gibt, wurde festgeschrieben, dass die Entwicklungsländer beim Klimaschutz und bei der Anpassung an den Klimawandel unterstützt werden. Diese Unterstützung soll sowohl finanzieller Art sein als auch durch Wissens- und Technologietransfer stattfinden.

Der Weltklimavertrag von Paris wurde innerhalb weniger Monate ratifiziert. Bis zur folgenden Klimakonferenz 2016 in *Marrakesch (COP 22)* wurden bereits nationale Klimaschutzpläne erarbeitet und vorgestellt, zuerst der von Bundesumweltministerin Barbara Hendricks. Außerdem schloss die 22. Klimakonferenz mit dem Bekenntnis

der 48 besonders vom Klimawandel betroffenen Länder (*Climate Vulnerable Forum, CVF*) zu einem schnellstmöglichen Umstieg auf 100 % Erneuerbare Energien. Allerdings ist die Rückkehr zur Leugnung des Klimawandels in den USA durch die Trump Regierung und zur privilegierten Förderung und Nutzung fossiler Rohstoffe eine Besorgnis erregende Gegenbewegung zu diesem positiven Welttrend.

3 Umsetzung auf EU-Ebene

Der Umbruch in der Energiewirtschaft und mit ihm der verstärkte Ausbau erneuerbarer Energien erhielt im Zuge des Kyoto-Prozesses ebenfalls einen EU-Rechtsrahmen. Diesen Rahmen zur Umsetzung der Kyoto-Vereinbarungen bildet im Wesentlichen das *Europäische Programm für den Klimaschutz (ECCP)*, welches im Jahre 2000 gestartet und 2002 von allen EU-Staaten ratifiziert wurde. Hieraus entstand 2007 unter deutschem Vorsitz im EU Rat das *Klima- und Energiepaket*. Es beinhaltete einen Fahrplan (Roadmap) mit folgender Zieltrias, zunächst bis 2020 (vgl. Generaldirektion Kommunikation der Europäischen Kommission 2016):

- Treibhausgasemissionen gegenüber den Werten von 1990 um mindestens 20 % senken,
- Anteil des Energieverbrauchs aus erneuerbaren Energien um 20 % steigern,
- Energieeffizienz so verbessern, dass der Primärenergieverbrauch 20 % unter den prognostizierten Werten liegt.

Im Oktober 2014 wurde diese 20-20-20-Zielsetzung mit folgenden Werten bis 2030 fortgeschrieben:

- Verringerung der Treibhausgasemissionen um mindestens 40 % gegenüber dem Stand von 1990,
- Erhöhung des Anteils erneuerbarer Energien am Gesamtenergieverbrauch auf mindestens 27 %,
- Steigerung der Energieeffizienz um mindestens 27 %.

Weitergeführt bis 2050 bedeutet dies, dass die EU ihre Treibhausgasemissionen gegenüber den Werten von 1990 um 80–95 Prozent reduziert. Von den hierzu angewandten Umsetzungsmaßnahmen ist die zentrale das *EU-Emissionshandelssystem (EHS)* von 2005, also eine Anpassung des flexiblen Kyoto-Protokoll-Mechanismus auf EU- bzw. nationaler Ebene. Das europäische System beteiligt die energieintensive Industrie (wie Stromerzeugung, Stahl, Zement) sowie den innereuropäischen Luftverkehr, welche rund 45 % des Treibhausgasaufkommens in der EU abdecken. Die Ausstoßgrenze (cap vgl. Kapitel 2.1) wird jährlich gesenkt, also müssen die Unternehmen regelmäßig CO₂ einsparen. Viele Industriezweige erhalten eine bestimmte Anzahl von

Zertifikaten kostenlos und müssen erst nach und nach Einsparungen und Effizienzgewinne erarbeiten. So sollen von diesen Branchen bis 2020 im Vergleich zum Inkrafttreten der Maßnahme in 2005 rund 21 % Emissionen eingespart werden, bis 2030 sogar 43 %. Auf die nicht am EHS beteiligten Branchen entfallen Minderungsziele von 10 Prozent bis 2020 und 30 Prozent bis 2030. Die Minderungslasten sind auch hier nicht gleichmäßig auf die Mitgliedsstaaten verteilt (vgl. hierzu auch Sielker et al. 2018 in diesem Band).

Eine weitere Maßnahme zur Realisierung der Minderungsziele ist die *Energieeffizienzrichtlinie* von 2012. Sie verpflichtet die Mitgliedsstaaten dazu, die Energieeffizienz auf allen Ebenen des Energiesektors – also Erzeugung, Versorgung und Verbrauch – zu erhöhen. Hierfür sollen die EU-Zielsetzungen in nationales Recht überführt werden, um auf dieser Ebene Energieeffizienzziele festzusetzen und einen Aktionsplan vorzulegen. Dieses Vorgehen gilt ebenfalls für den Bereich der Gebäude. Die *Gesamtenergieeffizienz-Richtlinie* 2002 bzw. später *Gebäudeeffizienz-Richtlinie* greift für staatliche Neubauten ab 2019 und im privaten Bereich ab 2021. Dann müssen alle *neuen Gebäude* in der EU dem Niedrigstenergiegebäude-Standard entsprechen. Für den *Gebäudebestand* ist dies nicht verpflichtend vorgeschrieben. Die Richtlinie verpflichtet die Mitgliedsstaaten aber zur Erarbeitung nationaler Pläne um die Anzahl an Niedrigstenergiegebäuden auch im Bestand zu erhöhen (vgl. BMUB 2016).

Des Weiteren wurde 2009 die *Erneuerbare-Energien-Richtlinie* auf den Weg gebracht (vgl. auch Kühne und Weber 2018 in diesem Band). Sie ersetzt die bisherigen Richtlinien für Strom und Biokraftstoffe² und richtet sich zudem an den dritten Energiebereich, die Wärme. Die Erneuerbare-Energien-Richtlinie bestimmt, in welchem Maße die einzelnen Mitgliedsstaaten den Anteil der erneuerbaren Energien an ihrem Endenergieverbrauch ausbauen müssen. Dies ergibt sich auf Basis des Bruttoinlandprodukts pro Kopf. Extra Beachtung erhält hier der Verkehrssektor durch die Festlegung, dass bis 2020 zehn Prozent des Endenergieverbrauchs aus erneuerbaren Energien stammen müssen (vgl. BMWi 2016).

Zusätzlich gibt es eine umfassende Forschungsförderung, zum einen durch die *NER300 Initiative* zur Finanzierung von Demonstrationsprojekten im Bereich CO₂-Abscheidung und -Speicherung sowie von innovativen Technologien im Bereich erneuerbare Energien³, zum anderen durch das *HORIZONT 2020 Programm*⁴, dem Nachfolger des 7. EU-Forschungsrahmenprogramm.

2 Strom-Richtlinie 2001/77/EG und Biokraftstoff-Richtlinie 2003/30/EG

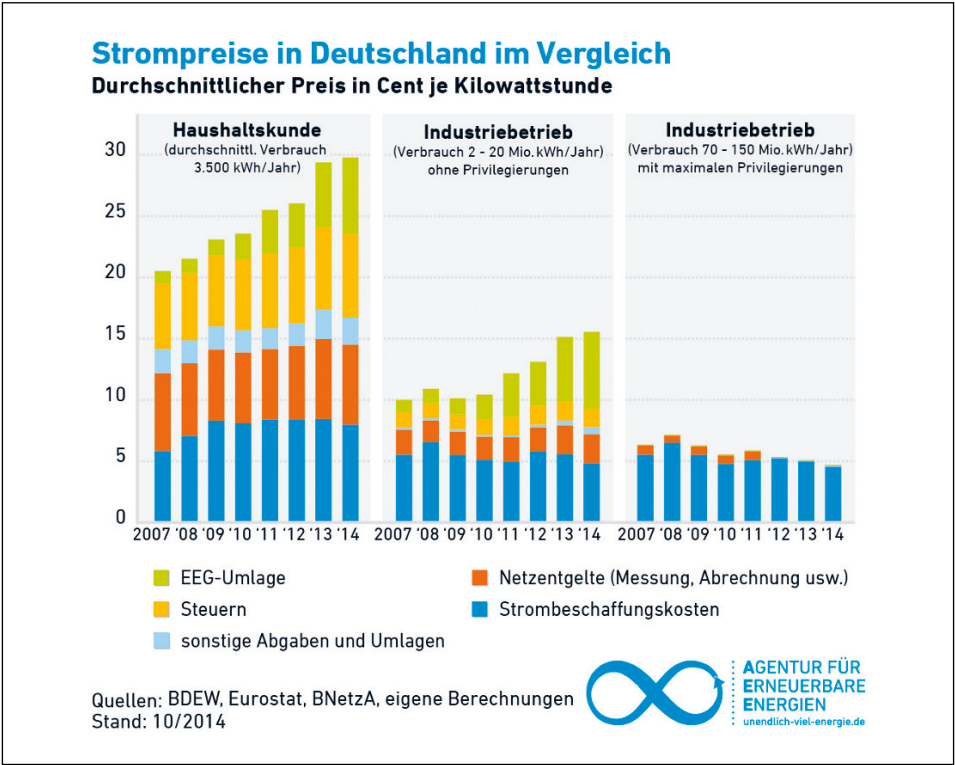
3 http://ec.europa.eu/clima/policies/lowcarbon/ner300_de. Zugegriffen: 29. November 2016.

4 <http://www.horizont2020.de/index.htm>. Zugegriffen: 29. November 2016.

4 Umsetzung in deutsches Recht

Deutschland ist innerhalb der EU Hauptemittent von CO₂ und spielt somit eine besondere Rolle, wenn es um die Erreichung der Reduktionsziele geht. Die Umsetzung der europäischen Energie-Effizienz-Richtlinie findet zum einen durch *die Teilnahme am EHS* statt, zum anderen für die nicht vom EHS betroffenen Sektoren durch den *Nationalen Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)*. Dieser entfaltet seit 2015 als Teil des *Aktionsprogramms Klimaschutz 2020* vom Dezember 2014 Wirksamkeit für die deutsche Industrie (vgl. BMWi 2014). Die Identifizierung von Effizienzpotentialen in Unternehmen wird über die verpflichtende Einführung von Energiemanagement-Systemen bzw. über die Durchführung von Energieaudits gefordert. Als Pönale gilt eine Einschränkung bei der Befreiung von Umlagen beim Strombezug. Diese Befreiungen machen für die Industrie einen maßgeblichen Anteil am Strompreis aus, wie Abbildung 5 im Vergleich zur Entwicklung bei den Haushaltskunden zeigt.

Abbildung 5 Strompreisentwicklung und Bestandteile für Haushalte und Industrie – mit unterschiedlichen Verbräuchen und Privilegierungen



Quelle: AEE 2017c

Analog zum EU Recht adressiert der *Gebäudebereich* auch auf nationaler Ebene hauptsächlich Neubauten. Das deutsche Gesetzeswerk hierzu ist das aus den 1970er Jahren stammende *Energieeinsparungsgesetz*, auf welchem die zentrale Umsetzungsmaßnahme, die *Energieeinsparverordnung (EnEV)* von 2002, fußt. Sie legt eine schrittweise Reduktion des Primärenergiebedarfs fest, sowie darüber hinaus Sanierungsanforderungen und die Erstellung von Energieausweisen.

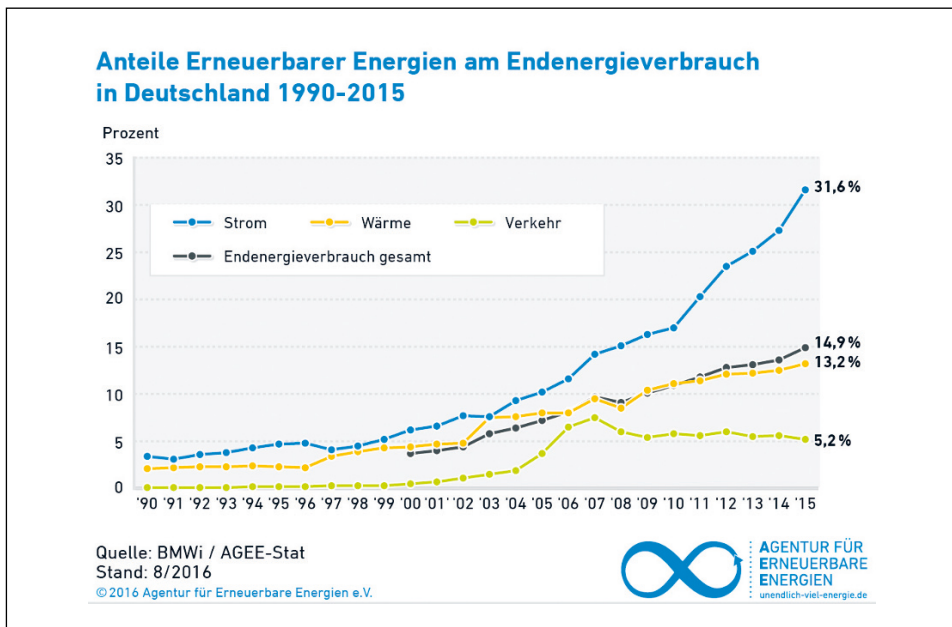
Der Ausbau der erneuerbaren Energien wurde in Deutschland für alle Energiebereiche nationalstaatlich in drei maßgeblichen Gesetzeswerken geregelt:

- Biokraftstoffquotengesetz (BioKraftQuG) in der Mobilität (BMJV 2014c)
- Erneuerbaren-Energien-Wärme-Gesetz (EEWärmeG) für die Wärme (BMJV 2014b)
- Erneuerbaren-Energien-Gesetz (EEG) für den Strom (BMJV 2014a).

Das *BioKraftQuG* legt die Beimischungsquote von Biokraftstoffen (Bioethanol und Biodiesel) zu den fossilen Kraftstoffen Benzin und Diesel fest. In 2017 ist diese von 3,5 auf 4 Prozent angestiegen und soll ab 2020 7 Prozent betragen. Die Bioethanol und Biodiesel enthaltenden Kraftstoffe sind für den Endverbraucher dabei etwas günstiger als die rein fossilen Kraftstoffe. Bis 2003 wurden reine Biokraftstoffe, insbesondere Pflanzenöle, zudem mit reduziertem Mehrwertsteuersatz von Lebensmitteln ‚gefördert‘. Allerdings konnten die wenigsten Fahrzeuge reines Pflanzenöl ohne eine Motoranpassung verwenden. Einzelne Bundesländer wie z. B. das Saarland förderten diese Anpassung bis 2002 im Rahmen von föderalen Klimaschutzpaketen. Seit 2015 kommen zur Unterstützung der Energiewende im Mobilitätsbereich auch erste zaghafte, gesetzlich verankerte Fördermöglichkeiten zur Elektromobilität (z. B. Kaufprämie und teilweise privilegierte Nutzung von Busspuren und Parkplätzen) hinzu (siehe auch Radgen 2018 in diesem Band).

Das *EEWärmeG* zur Steigerung des erneuerbaren Energieanteils im Bereich der Wärme richtet sich an den Baubereich. Neubauten mit einer Nutzfläche von mehr als 50 m² müssen ihren Wärme- oder Kälte-Energiebedarf zum Teil aus erneuerbaren Energien decken. Das Gesetz wird föderal unterschiedlich ausgelegt, so dass die Zielerreichungsmöglichkeiten von Bundesland zu Bundesland variieren. Eine besonders strenge Auslegung erhält das Bundesgesetz in Baden-Württemberg. Hier werden auch Bestandsgebäude adressiert, welche im restlichen Bundesgebiet außen vor bleiben. Flankiert wird das *EEWärmeG* durch unterschiedliche Marktanzreizprogramme für erneuerbare Energieanlagen zur Wärmebereitstellung. Mit der Fokussierung des *EEWärmeG* auf den Neubau sind allerdings nur 0,6 Prozent des Gebäudebestandes pro Jahr in Deutschland betroffen (vgl. UBA 2014).

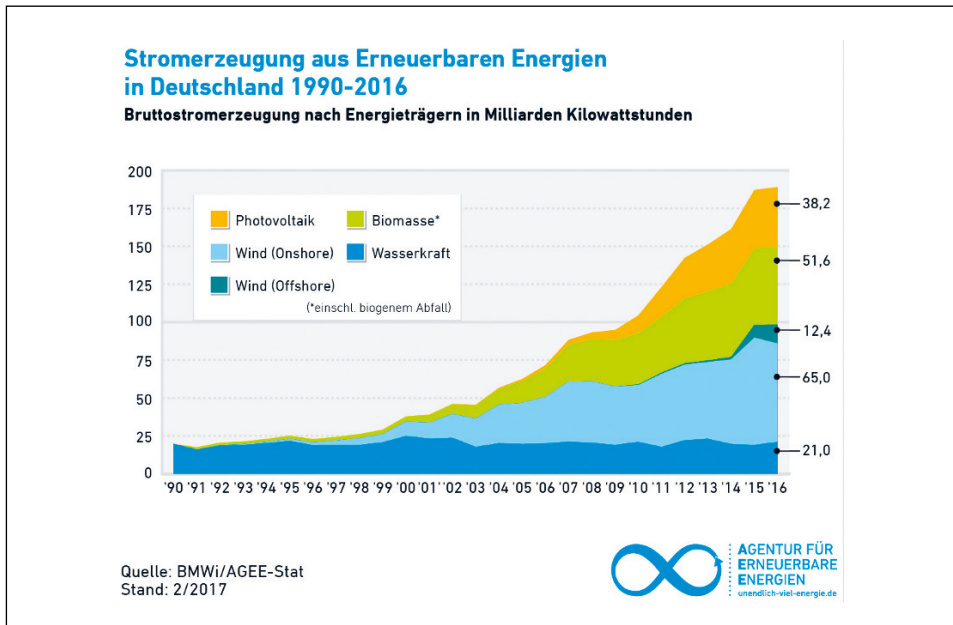
Während beiden Gesetzeswerke für den *Mobilitäts- und Wärmebereich* Anreize über finanzielle Einsparungsmöglichkeiten eröffnen, schafft das *EEG* durch eine gesetzlich garantierte Abnahme und Vergütung des erneuerbaren Energie-Stroms eine Verdienstmöglichkeit. Dieses Prinzip setzt offensichtlich – trotz hoher Investitionen –

Abbildung 6 Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch

Quelle: AEE 2017d

den größeren Umsetzungsanreiz: Die Ausbauraten im Strombereich liegen weit über denen von Mobilität und Wärme (vgl. Abb. 6).

Es lohnt sich also, das EEG als Erfolgsrezept für den Ausbau der erneuerbaren Energien näher zu beleuchten. Vorgänger des EEG war das *Stromeinspeisegesetz* von 1991, dessen zentrale Leistung darin bestand, zum ersten Mal seit der Elektrifizierung Deutschlands Ende des 19. Jahrhunderts den ‚Exklusivclub Stromnetz‘ aufzuheben. Exklusivclub Stromnetz deshalb, da bis dato das Übertragungsnetz für Erzeugungsanlagen, die nicht von den vier Versorgern (ENBW, RWE, Vattenfall und EON) betrieben wurden, tabu war. Zwar bestand die Möglichkeit, als Anlagenbetreiber von erneuerbaren Energien die Netzbetreiber (und gleichzeitig Energieerzeuger) um einen Anschluss zu bitten und einen Tarif zu verhandeln; ein Anrecht darauf gab es jedoch nicht. Die meisten Anlagen mussten sich demnach über den Eigenverbrauch des erzeugten Stromes finanzieren und sind dementsprechend klein ausgefallen. Vor Einführung des Stromeinspeisegesetzes war der Bestand erneuerbarer Energieanlagen konstant niedrig. Dies änderte sich nun zunehmend durch Anwendung des Gesetzes (vgl. Abb. 7). Es bestimmte nicht nur, dass erneuerbare Energieanlagen an das Netz angeschlossen werden mussten, sondern auch, dass der von ihnen produzierte Strom eine festgelegte Vergütung bekommen sollte. Die Vergütung war für alle Technologien gleich und betrug 16,61 Pf/kWh.

Abbildung 7 Strom aus Erneuerbaren Energien in Deutschland 1990–2013

Quelle: AEE 2014a

Kurz nach Einführung des Stromeinspeisegesetzes erfolgte im Zuge des ‚*Unbündelung*‘ zur Liberalisierung und Harmonisierung des Energiebinnenmarkts der EU⁵ im Strommarkt eine Trennung zwischen Erzeugungs- und Übertragungskapazitäten, also zwischen Energieerzeugern und Netzbetreibern. Außerdem wurde zur Kontrolle dieses neuen Zusammenspiels die *Bundesnetzagentur* eingerichtet.

An Dynamik gewann der Ausbau allerdings erst im Jahr 2000 mit in Kraft treten des EEG. Dessen in Kraft treten wurde wie folgt begründet (§ 1 EEG 2000): „Ziel dieses Gesetzes ist es, im Interesse des Klima- und Umweltschutzes eine nachhaltige Entwicklung der Energieversorgung zu ermöglichen und den Beitrag Erneuerbarer Energien an der Stromversorgung deutlich zu erhöhen, um entsprechend den Zielen der Europäischen Union und der Bundesrepublik Deutschland den Anteil Erneuerbarer Energien am gesamten Energieverbrauch bis zum Jahr 2010 mindestens zu verdoppeln“ (Deutscher Bundestag 2000, S. 3).

Es sollte also rasch ein Umbau der deutschen Stromversorgung stattfinden, erneuerbarer Strom sollte fossilen und nuklearen zunehmend verdrängen. Deshalb legte das EEG einen *vorrangigen Anschluss* von Erneuerbaren-Energien-Anlagen, die *vorrangige Abnahme, Übertragung, Verteilung und Vergütung* dieses Stroms durch die

5 1. EU Legislativpaket zum Energiebinnenmarkt, 1996, Richtlinie 96/92/EG

Tabelle 1 Beispiel für Degression Wind an Land bis 2012 bis 2015, $-1,5\%$ jährlich, plus Wegfall eines bisher gezahlten Bonus in 2015

Jahr der Inbetriebnahme	2012	2013	2014	2015
Cent/kWh	9,41	9,27	9,13	8,53

Quelle: Eigene Darstellung

(Übertragungs-)Netzbetreiber sowie den *bundesweiten Ausgleich* des abgenommenen und vergüteten Stroms fest. Oder etwas simpler ausgedrückt: Je mehr Strom aus Erneuerbaren-Energien-Anlagen ins Netz eingespeist wird, desto mehr konventioneller Strom muss nicht produziert werden.

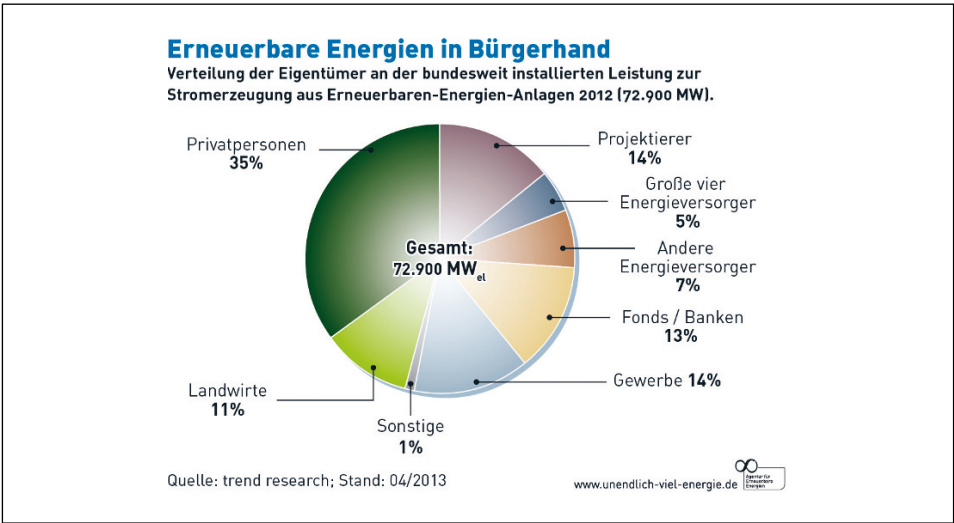
Die *Einspeisevergütung* unterschied sich je nach Technologie, z. B. Wind für 17,8 bis 12,1 Pf/kWh oder für Photovoltaik 99,0 Pf/kWh. Sie wurde für zwanzig Jahre ab Inbetriebnahme der Anlage garantiert. Allerdings sank diese Vergütung für Neuanlagen jährlich um einen gewissen Satz (Degression), da man davon ausging, die Anlagentechnik würde durch zunehmende Produktionszahlen und technischen Fortschritt zügig günstiger (vgl. Tabelle 1). Da für den Betrieb der meisten Erneuerbaren-Energien-Anlagen im Strombereich keine Brennstoffe anfallen, handelt es sich bei den Investitionskosten fast ausschließlich um Technikkosten. Durch die Degression wurde somit die Lernkurve dieser Techniken in Wert gesetzt.

Die Mehrkosten für den erneuerbaren Energien-Strom im Vergleich zum konventionellen Strom sollten zudem nicht aus dem Staatshaushalt und somit aus Steuermitteln (echte Subvention) finanziert werden, da sie ansonsten mit jedem Bundeshaushalt hätten neu verhandelt werden müssen. So wurde festgelegt, dass die ‚Differenzkosten‘ zwischen dem ermittelten Strompreis an der Börse und der jeweiligen gesetzlich garantierten Einspeisevergütung für erneuerbare Energien auf die Endverbraucher(innen) umgelegt wird, mittels der sogenannten *EEG-Umlage*. Diese wurde und wird jedes Jahr von der Bundesnetzagentur ermittelt und aus einem eigens dafür angelegten Konto bezahlt.

Vor allem Privatpersonen sowie Stadtwerke und andere kleine bis mittelständische Unternehmen investierten sehr schnell in diese noch jungen Technologien. Die großen Energieerzeuger hielten sich – wie in Abb. 8 dargestellt – mit Investitionen eher zurück.

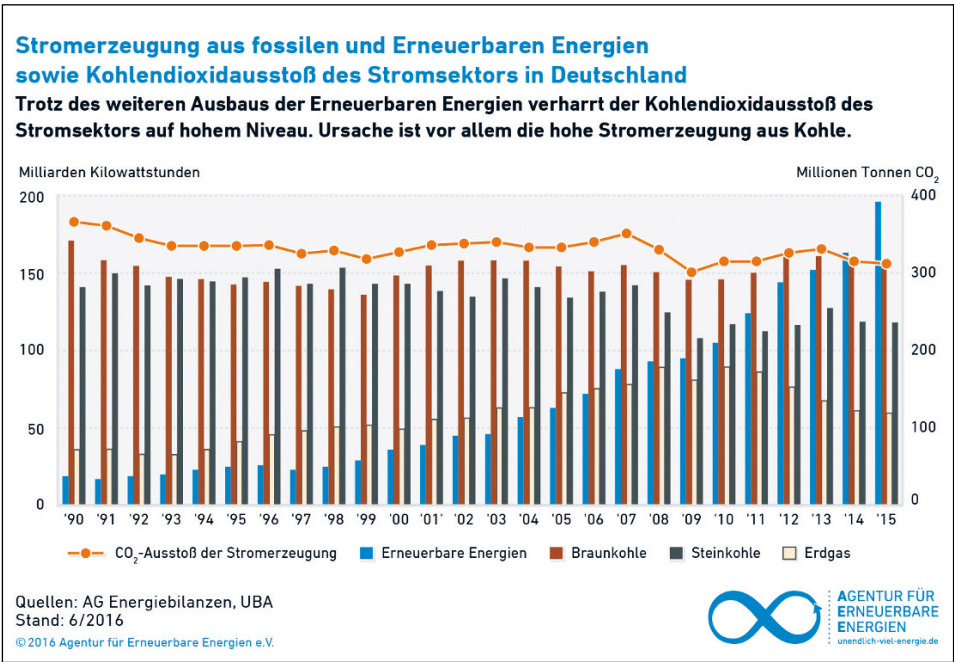
Auf Grundlage des EEGs wurden bundesweit Ausbau- und CO₂-Einsparungsziele erreicht und übertroffen – eine Zeit lang. Abbildung 9 zeigt den positiven Trend der CO₂ Einsparungen, der etwa bis 2009 anhält, sich dann aber durch die Zunahme der Braunkohlefeuerung, trotz ansteigender Erneuerbaren Zahlen, wieder beginnt umzukehren.

Abbildung 8 Eigentumsverhältnisse bei erneuerbaren Energieanlagen, Stand 2012



Quelle: AEE 2017e

Abbildung 9 Stromerzeugung aus fossilen und erneuerbaren Energien in Deutschland



Quelle: AEE 2017f

5 Anwendung und Wirksamkeit der deutschen Klimaschutzinstrumente

5.1 Klimaschutzpolitik in Deutschland – einführende Bemerkungen

Als Hauptemittent von CO₂ in der EU hatte sich Deutschland in der *ersten Verpflichtungsperiode des Kyoto-Protokolls von 2009 bis 2012* eine Reduzierung seiner Treibhausgasemissionen um 21 Prozent vorgenommen. Diese wurde in 2012 mit 23,6 Prozent sogar übererfüllt. Dies ist zum einem der günstigen Wahl von 1990 als Basisjahr zu verdanken, welches durch die deutsche Wiedervereinigung ein großes CO₂-Reduktionspotenzial mit sich brachte⁶, zum anderen aber auch durch einen radikalen Umbruch im Bereich der Energiewirtschaft, insbesondere in der Stromproduktion. Deutschland verfügte im Gegensatz zu vielen anderen EU-Staaten bereits vor der Fokussierung auf Energiewirtschaft und einer Normierung auf CO₂ im Zuge des Kyoto-Prozesses über eine sehr starke *Decarbonisierungs- und v. a. Anti-Atom-Bewegung*. Bereits 1980 prägte das Ökoinstitut e. V. mit seiner Veröffentlichung „Energiewende – Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran“ den Begriff ‚Energiewende‘ als Umstieg auf eine regenerative Energiewirtschaft. Dieser etablierte sich fast dreißig Jahre später durch den ‚Super-GAU‘ in Fukushima 2011, als die deutsche Klimaschutzmaßnahme schlechthin. Vor diesem tragischen Unfall stand Deutschland energiepolitisch bei einem Ausstieg aus dem 2000 vereinbarten Atomausstieg. Der damalige Bundeswirtschaftsminister Rainer Brüderle nannte die Kernenergie sogar ‚heimische Energie‘ und deklarierte sie darüber hinaus als CO₂-neutral. Und das trotz 100 prozentiger Importabhängigkeit sowie energieintensiver fossiler Gewinnung und Entsorgung.

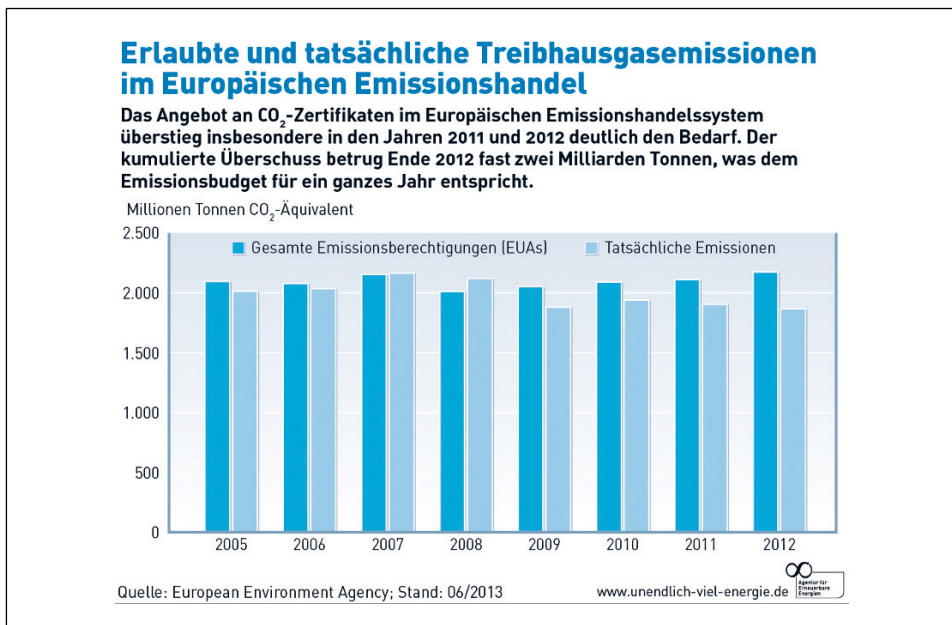
Kernenergie wurde als angebliche Klimaretterin Bestandteil der deutschen Klimaschutzpolitik – entgegen allen öffentlichen Widerstandes. Große Enttäuschung machte sich bei den jahrzehntelangen Gegner(inne)n breit, welche sich angesichts des festgeschriebenen Ausstieges mit Abschaltung des letzten Kernkraftwerks in 2022 endlich am Ende ihres Kampfes gewähnt hatten. Neben der fälschlicherweise zugeschriebenen CO₂-Freiheit der Kernenergie wurde zudem quasi eine Risikofreiheit propagiert und Tschernobyl als eine Ausnahmeerscheinung abgetan – bis zur Havarie des Kernkraftwerks im japanischen Fukushima im März 2011 (vgl. auch Kühne und Weber 2018 in diesem Band). Kanzlerin Merkel galt bis dahin als strikte Kernkraftbefürworterin. Doch hier verhängte sie ein sofortiges dreimonatiges *Moratorium* zur Diskussion um die kürzlich beschlossene Laufzeitverlängerung und ordnete eine Sicherheitsprüfung aller Reaktoren in Deutschland an. Für diese wurden die sieben ältesten Reaktoren mit Inbetriebnahme vor 1980 vom Netz genommen, während die jüngeren im laufenden Betrieb überprüft wurden. Zudem etablierte die Kanzlerin

6 „Allein fast 19 % CO₂-Reduzierung bis 2003 durch technischen Fortschritt nach Wiedervereinigung“ (Völker-Lehmkuhl 2005, S. 9).

in ihren nachfolgenden Pressemeldungen und Ansprachen den Begriff Energiewende als kurzfristigen Ausstieg aus der Kernenergie und mittelfristigen Ausstieg aus der fossilen Energiewirtschaft. Mit ihrer Regierungserklärung im deutschen Bundestag am 09. 06. 2011 wurden die Atom-Ausstiegspläne (erneut) festgelegt. Es folgte ein Boom beim Ausbau der Erneuerbaren Energien (vgl. Abb. 6 und 7), während die anderen Elemente Energiesparen und Energieeffizienz politisch und in der Öffentlichkeit relativ unbeachtet blieben.

Leider entfaltet(e) in Deutschland der EHS auf Grund des Überschusses an Zertifikaten und des daraus resultierenden niedrigen Preises keine Wirksamkeit (Abb. 10). So blieb und bleibt die Braunkohle mit ihren niedrigen Grenzkosten unschlagbar billig (vgl. Exkurs Strommarkt Deutschland) und verfügbar.

Abbildung 10 Überschuss an CO₂-Zertifikaten im Europäischen Emissionshandelssystem



5.2 Maßnahmen zur Energieeffizienz: Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz

Der *Nationale Aktionsplan Energieeffizienz (NAPE)*, welcher die Sektoren außerhalb der vom EHS betroffenen adressiert, entfaltet seit 2015 mit der Pflicht zur Einführung eines Energiemanagementsystems bzw. Durchführung eines Energieaudits Wirkung. Allerdings geschieht die Umsetzung der identifizierten Maßnahmen in den einzelnen Betrieben bisher verhalten. Die finanziellen Anreize werden insbesondere durch die ‚besondere Ausgleichsregelung‘ (BesAR) im Erneuerbaren-Energien-Gesetz konterkariert. Hier handelt es sich um eine (teilweise) Befreiung von der EEG-Umlage. Ursprünglich war diese Regelung für die energieintensive Industrie gedacht. Von der EEG-Umlage werden Unternehmen befreit, die entweder in einem scharfen internationalen Wettbewerb stehen oder bei denen der Strompreis einen hohen Anteil an ihren Produktionskosten ausmacht. Faktisch wird dieser Tatbestand durch die geringe Schwelle des definierten Stromverbrauchs von ab einer Gigawattstunde im Jahr von vielen Unternehmen genutzt, auf die beide Bedingungen nicht zutreffen. Die Zahl der von der Umlage befreiten Unternehmen steigt kontinuierlich an, so z. B. zwischen 2014 und 2015 von 2098 auf 2154 (Fraunhofer ISI und Ecofys 2015). Und für viele Unternehmen bleibt es bei 6,88ct pro kWh EEG-Umlage auch in 2017 wirtschaftlich attraktiv, Effizienzinvestitionen, durch welche sie unter den Schwellenwert für die Befreiung fallen würden, zu vermeiden.

Folgerichtig lässt sich dem vierten Monitoringbericht zur Energiewende von 2016 entnehmen, dass die durchschnittliche Steigerung der Energieeffizienz zwischen 2008 und 2014 mit 1,6 Prozent unter dem im Energiekonzept der Bundesregierung vorgesehenen Wert von 2,1 Prozent liegt (vgl. BMWi 2015, Tab. 2).

Der NAPE sieht außerdem verschiedene Förderprogramme für energetische Gebäudesanierung vor. Allerdings liegt auch hier die Energieeffizienzreduktion unter ihrem Zielwert. Sie stagniert seit einigen Jahren bei ca. einem Prozent (vgl. UBA 2014).

Tabelle 2 Deutsche Klimaschutzziele

Deutsche Ziele bis 2020 (Basis 1990)		Stand 2014
Treibhausgasemissionen		
Rückgang der Treibhausgasemissionen	40 %	27,0 %
Erneuerbare Energien		
Anteil erneuerbare Energien am Endenergieverbrauch	18 %	13,5 %
Anteil erneuerbare Energien am Stromverbrauch	> 35 %	27,4 %
Anteil erneuerbare Energien am Wärmeverbrauch	14 %	12,0 %
Effizienz		
Reduktion des Primärenergiebedarfs (Basis 2008)	20 %	8,7 %
Steigerung der Endenergieproduktivität	jährlich 2,1 %	jährlich 1,6 %
Reduktion des Stromverbrauchs	10 %	4,6 %
Anteil Kraft-Wärme-Kopplung an der Stromerzeugung	25 %	
Gebäude		
Jährliche Sanierungsquote	2 %	ca. 1 %
Reduktion Wärmeverbrauch	20 %	12,4 %
Mobilität		
Reduktion Endenergieverbrauch Verkehr (Basis 2005)	10 %	
Anzahl Elektrofahrzeuge	1 Million	ca. 12 000
Anteil erneuerbarer Energien am Treibstoffverbrauch	10 %	5,6 %

Quelle: Eigene Darstellung nach BMWI 2015, Regionalverband FrankfurtRheinMain 2016, UBA 2014

5.3 Maßnahmen zum Ausbau erneuerbarer Energien

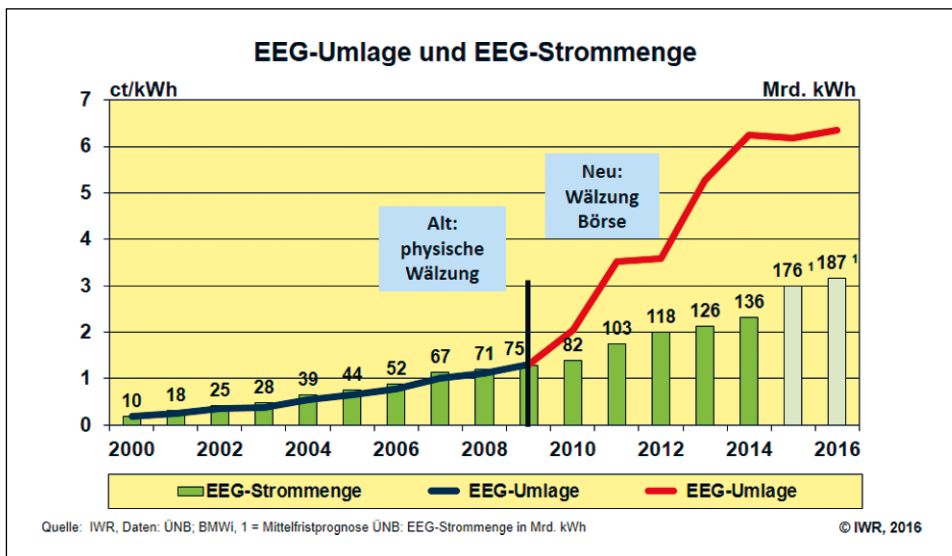
Der Ausbau erneuerbarer Energien bildet das Herzstück der deutschen Klimaschutzpolitik. Denn ähnlich der zeitlich sehr großzügigen Umsetzung und Konkretisierung von Energiespar- und Energieeffizienzmaßnahmen auf EU-Ebene wirkt sich dies auch auf die Umsetzung in Deutschland aus. Der Strombereich ist in Deutschland über das übliche EU-Niveau hinaus wichtig, da hier die Produktion aus Braunkohle – als einzig verbleibender fossiler Reserve⁷ – die Stromproduktion dominiert und für einen sehr hohen CO₂-Ausstoß sorgt (vgl. Abb. 2 und 9)

⁷ Reserven sind der Teil bekannter und zuverlässig geschätzter Ressourcen, die nach heutigem Stand der Technik, wirtschaftlich abgebaut werden können.

Das EEG wurde – wie ursprünglich vorgesehen – mehrfach evaluiert, und es wurden Rahmenbedingungen und Fördersätze verändert. Ein ganz entscheidender Eingriff ging mit der Evaluation 2009 einher. In diesem Jahr wurde die sogenannte *physische Wälzung* – die Echtzeitübermittlung des erneuerbaren Energie-Stroms an die Energieversorger – aufgehoben (vgl. dazu auch Abb. 11). An ihre Stelle trat die *Verordnung zur Weiterentwicklung des bundesweiten Ausgleichsmechanismus (AusglMechV)*. Bis dahin waren die Unternehmen verpflichtet, den eingespeisten erneuerbaren Energie-Strom in ihr Vertriebsportfolio zu integrieren. Die Mehrkosten bekamen sie aus dem EEG-Umlagekonto erstattet. Mit der Abschaffung der physischen Wälzung nahm man den Energieversorgern zwar das Risiko der schwankenden Einspeisungen (v. a. aus den fluktuierenden Erneuerbaren Sonne und Wind), aber auch die Chance, den erneuerbaren Energie-Strom unmittelbar als Grünstrom mit möglichem Mehrertrag zu vermarkten. Einige wenige Anbieter(innen) taten dies weiterhin über das sogenannte *Grünstromprivileg* und konnten damit ihren Kund(innen) einen Teil der EEG-Umlage einsparen und den erneuerbaren Energie-Strom preislich attraktiver machen. Der Vertrieb des EEG-Stroms wurde nun nach AusglMechV und durch die Übertragungsnetzbetreiber an der Strombörse abgewickelt, welche sich diese Dienstleistung aus dem EEG-Umlagekonto vergüteten.

Das steigende Angebot von erneuerbarem Strom an der Börse führte durch die Anwendung des Merit Order-Prinzips zu einem Preisverfall, denn die teuren Kraft-

Abbildung 11 Entwicklung EEG-Umlage und Strommenge vor und nach Änderung des Wälzungsmechanismus in 2009



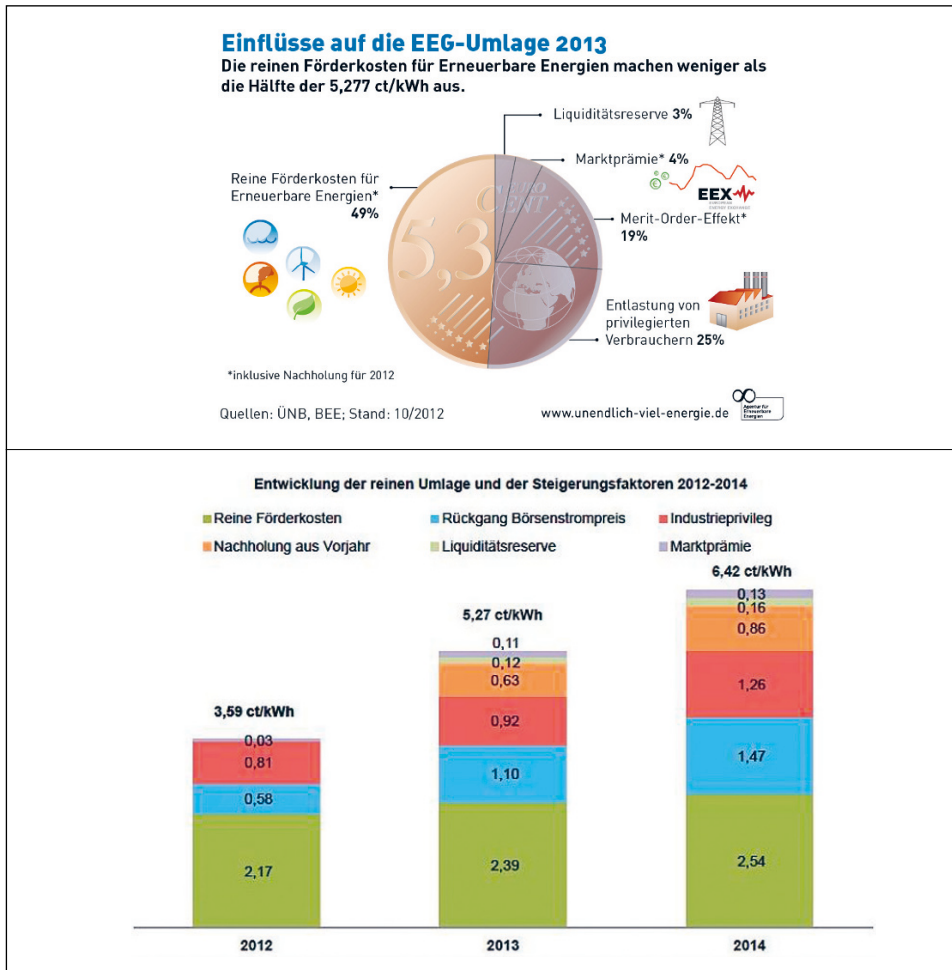
werke wurden, wie bereits beschrieben (vgl. Exkurs zum Strommarkt), immer weniger nachgefragt. Als Folge stieg die EEG-Umlage an, da sie die Differenz zwischen Einspeisevergütung und Einkaufspreis an der Börse darstellt. Der Kreislauf, der sich dadurch ergibt, lautet wie folgt: *Je mehr erneuerbarer Energie-Strom an der Börse eingestellt wird, desto geringer ist der Börsenpreis*. Davon profitieren Versorger*innen und große Industriebetriebe, die direkt an der Strombörse einkaufen können. Darüber hinaus sind viele Industriebetriebe von der EEG-Umlage befreit. Der Strompreis für die Endverbraucher*innen steigt allerdings durch die erhöhte Umlage und die Tatsache, dass sie nicht direkt an der Strombörse einkaufen können. Erneuerbare Energieträger aus Sonne und Wind schwanken naturgemäß und müssen daher von Kraftwerken flankiert werden, die ihre Leistung schnell hoch- und runterfahren können, wie beispielsweise hocheffiziente Gaskraftwerke. Wie bereits im Exkurs zum deutschen Strommarkt beschrieben, wurden Gaskraftwerke aber auf Grund höherer Brennstoffkosten und niedriger CO₂-Preise zu Gunsten billiger Braunkohlekraftwerke in den letzten Jahren wenig betrieben. Auch die bestehenden Biogasanlagen, die Ähnliches leisten könnten wie die Gaskraftwerke, laufen noch nicht in ausreichendem Maße im flexiblen Modus. Diese Entwicklung geht zu Lasten des nationalen CO₂-Ausstoßes.

Es blieb jedoch nicht bei der deutlich steigenden EEG-Umlage nur durch den fallenden Börsenstrompreis, des Weiteren kamen die bereits genannten Industrie-Privilegien (durch *BesAR*), sowie Liquiditätsreserven⁸ und andere zusätzliche Posten (vgl. Abbildung 12a und b) hinzu. Wie die Abbildungen 11 und 12b zeigen, bleibt trotz starken Zubaus in den Jahren ab 2009 der Anstieg der EEG-Umlage nach dem Prinzip der physischen Wälzung moderat und die Vergütungshöhen verändern sich im Zuge der Degression kontinuierlich nach unten (v. a. für Wind und Photovoltaik). Mit dem Wechsel in der Berechnung der Umlage durch die *AusglMechV* steigt die Umlage kontinuierlich, so dass sie sich nicht mehr als Indikator für die Kosteneffizienz der erneuerbaren Energien eignet. Allein die Befreiung der als ‚energieintensive Industrie‘ definierten Verbraucher*innen von der EEG-Umlage macht 2013 25 Prozent der EEG-Umlage für die nicht privilegierten Verbraucher aus.

Die sprunghafte Erhöhung der EEG-Umlage für die Endverbraucher*innen wurde als Legitimation für die Evaluierung des *EEG 2012* benutzt. Im Photovoltaikbereich kam es zu einer vorgezogenen Absenkung der Fördersätze und einer Verschlechterung der Förderbedingungen. Besonders drastisch wirkte sich der Wegfall der Förderberechtigung für die Freiflächenanlagen auf Äckern aus. Durch die *rückwirkend* in Kraft gesetzten Änderungen gingen zahlreiche getätigte Investitionen verloren. Zudem wurde der Ausbau der Photovoltaik mit einem sogenannten *„atmenden*

8 Von den Übertragungsnetzbetreibern gebildete Rücklagen, welche Schwankungen auf dem EEG-Umlagekonto abfedern sollen. Diese möglichen Schwankungen ergeben aus Abweichungen zwischen der Prognose und der tatsächlichen Einspeisung aus Erneuerbaren.

Abbildung 12 oben: Einflüsse auf die EEG-Umlage 2013; unten: Entwicklung der EEG-Umlage 2012–2014



Quellen: oben: AEE 2014b; unten: BEE 2014

Deckel' versehen, welcher den Ausbau nicht nur begrenzte, sondern die Degression der Fördersätze zusätzlich beschleunigte (Tab. 3).

In der Folge brach der Photovoltaik-Sektor in Deutschland nach und nach ein, verbunden mit einem enormen Verlust an Arbeitsplätzen⁹. Der Anstieg der EEG-Umlage blieb hingegen ungebrems. Die Befreiungen der Industrie nahmen sprun-

⁹ Nach Angaben des Bundesverbandes Windenergie e. V., basierend auf Lehr et al. 2015, Verlust an 70 000 Arbeitsplätzen in Deutschland.

Tabelle 3 Beispiel Atmender Deckel Photovoltaik Oktober 2014

Vergütungssätze Cent/kWh – Feste Einspeisevergütung (Kleinanlagen bis einschl. 500 kWp):				
Inbetriebnahme	Dachanlagen			Anlagen auf Nichtwohngebäuden im Außenbereich und Anlagen auf Freiflächen bis 500 kWp
	bis 10 kWp	bis 40 kWp	bis 500 kWp	
ab 01.08.2014	12,75	12,40	11,09	8,83
Degression				0,50 %
ab 01.09.2014	12,686250	12,338000	11,034550	8,785850
Rundung	12,69	12,34	11,03	8,79
Degression				0,25 %
ab 01.10.2014	12,654534	12,307155	11,006964	8,763885
Rundung	12,65	12,31	11,01	8,76
Degression				0,25 %
ab 01.11.2014	12,622898	12,276387	10,979446	8,741976
Rundung	12,62	12,28	10,98	8,74
Degression				0,25 %
ab 01.12.2014	12,591341	12,245696	10,951998	8,720121
Rundung	12,59	12,25	10,95	8,72

Quelle: Eigene Darstellung nachnach BNetzA 2017

haft zu, da unter anderem die Beantragungsgrenze von 10 GWh/a auf 1 GWh/a gesenkt wurde.

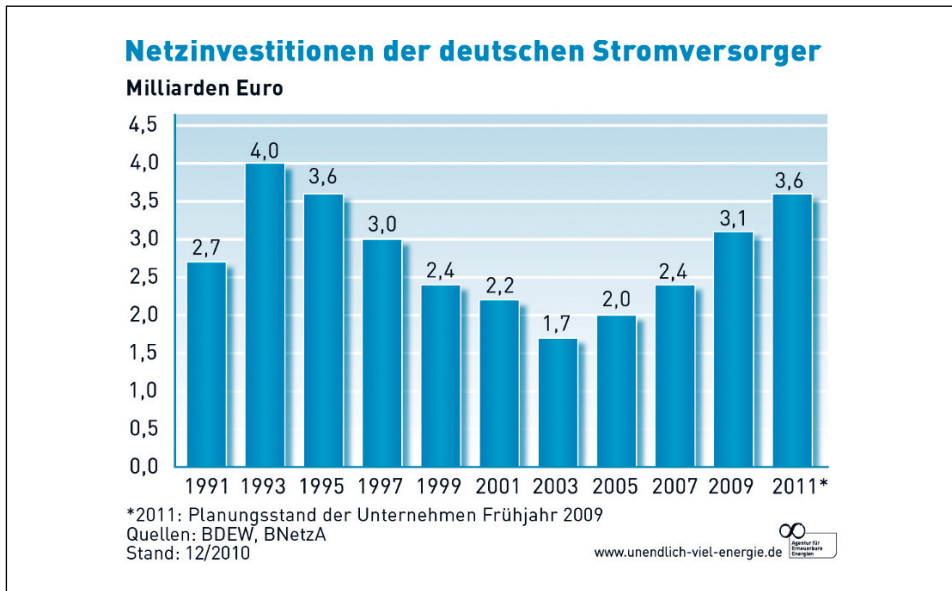
Allerdings bekamen die Betreiber*innen von Erneuerbaren Energie-Anlagen mit dem EEG 2012 die Möglichkeit, ihren Strom selbst an der Börse zu vermarkten. Die Differenz ihrer Erlöse zur garantierten Einspeisevergütung wurde über die sogenannte *gleitende Marktpremie* gezahlt. Die Vermarktung des EEG-Stroms geschah also nicht mehr nur ausschließlich durch die Übertragungsnetzbetreiber, sondern meist über dritte Vermarkter (Direktvermarkter), deren Kosten zunächst noch durch einen halben Cent pro kWh über die sogenannte *Managementprämie* gedeckt werden sollten.

Bereits 2013 wurde das EEG erneut evaluiert und trat in seiner veränderten Form 2014 in Kraft. Wieder sollte es Ziel sein, die Kosten für nicht privilegierten Endverbraucher*innen zu senken. Darüber hinaus galt es, einen Angriff der *EU-Wettbewerbskommission* auf das EEG abzuwehren. Dieses war durch die weitreichenden Befreiungen der Industrie von der EEG-Umlage unter die Brüsseler Lupe geraten. Mit Bezug auf die EU-Kommission wurden Eingriffe bis in das Grundprinzip des EEG vorgenommen, u. a. eine *verpflichtende Direktvermarktung* anstatt Abnahmegarantie

und Einspeisevergütung. Eine weitere einschneidende Veränderung war die Belastung des *Eigenstromverbrauchs* mit der EEG-Umlage, außer für konventionelle Kraftwerke und Kleinstverbraucher*innen (bis zu 10 kW installierte Leistung). Darüber hinaus wurde das *Grünstromprivileg ersatzlos gestrichen, Ausbaupfad und atmender Deckel* auch für die Windenergie an Land festgeschrieben sowie der Biogasausbau auf 100MW beschränkt. Die Industriebefreiungen wurden durch das EEG 2014 nicht eingeschränkt, sondern ausgeweitet. Darüber hinaus bereitete das EEG 2014 einen weiteren tiefgreifenden Systemwechsel vor: den Wechsel vom Vergütungsmodell hin zur *Ausschreibungspflicht* für Windenergie- und Photovoltaikfreiflächenanlagen. Eine fixe Vergütung bekommt nur noch gewährt, wer zuvor eine Ausschreibung gewonnen hat. Hiermit soll der günstigste Preis ermittelt werden, beschränkt durch das festgelegte Ausbaumaximum. Ziel dieser geplanten Regelung ist es, Kostensenkungspotentiale effizient zu heben, auch wenn vergleichbare Modelle in anderen EU-Staaten in der Regel zu einer Verlangsamung und Verteuerung des Ausbaus geführt haben und die Beteiligung kleinerer Akteure quasi unterbunden wurde (vgl. Bundesverband Windenergie e. V. 2014).

Mit der Evaluierung 2016 und dem Inkrafttreten der Änderungen in 2017 wurden Ausbaumaxima für Photovoltaik und Windenergie festgelegt, welche vor allem für die Windenergie eine Halbierung des Zubauvolumens der letzten Jahre bedeutet. Begründet wurde dieser Einschnitt mit dem Fehlen von Netzkapazitäten bzw. dem zu langsamen Ausbau der Übertragungsnetze. Allerdings sieht der *Netzausbauplan der Bundesnetzagentur* auch eine Kapazität vor, welche bei konsequenter Umstellung auf erneuerbare Energien nicht notwendig ist. Er fällt so üppig aus, weil neben der Verteilung des erneuerbaren Energie-Stroms ebenfalls der Abtransport des Stroms aus den Braunkohlerevieren ermöglicht werden soll (vgl. Jarass und Obermair 2012, Kempfert 2013, Kreuzfeldt 2014). Die momentane Auslegung des Netzausbauplans sorgt dafür, dass selbst bei maximaler Wind- und Sonnenstromeinspeisung die konventionellen Kraftwerke auf Volllast produzieren können (vgl. Weber et al. 2016). Dieses parallele System, welches dem Grundgedanken der Energiewende – konventionellen Strom durch erneuerbaren zu ersetzen – widerspricht, sorgt seit einigen Jahren bereits für Netzengpässe und dafür, dass Deutschland zu einem großen Stromexporteur innerhalb der EU geworden ist – teilweise zu Dumping- bzw. Negativpreisen. Dies verkraftet weder das deutsche Stromnetz noch das der Nachbarländer besonders gut. In vielen Teilen des Netzes, insbesondere in Gebieten mit hohem erneuerbaren Energienanteil, kommt es auf Grund dieser Doppel-Einspeisung zu Netzengpässen und zunehmender Abregelung der erneuerbaren Kapazitäten. Hinzu kommt, dass trotz steigender Netzentgelte bei den Investitionen ins deutsche Stromnetz in den letzten Jahren deutlich gespart wurde (siehe Abb. 13) und eine prinzipielle Ertüchtigung ansteht, die unabhängig von der Energiewende notwendig ist.

Der Ausbau der Erneuerbaren Energien im Strombereich wurde mit Inkrafttreten des EEG 2017 für alle Techniken begrenzt. Vergleicht man den angestrebten Ausbau mit den Ausbau- bzw. CO₂-Minderungszielen der internationalen Klimaverein-

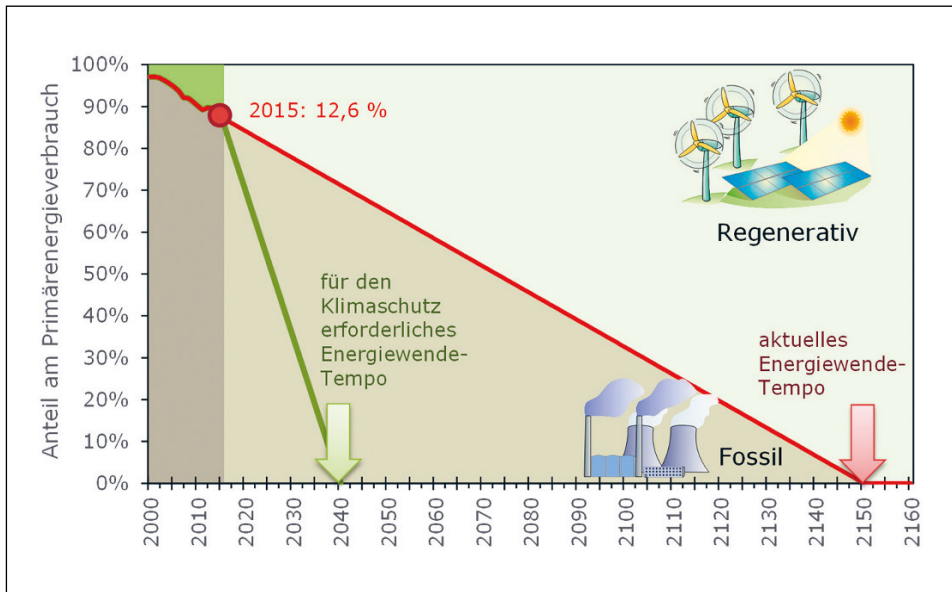
Abbildung 13 Netzinvestitionen der deutschen Stromversorger

Quelle: AEE 2014c

barungen, weichen diese nicht unwesentlich voneinander ab. Denn hierfür ist nach Quaschnig (2016) und anderen¹⁰ eine zügige Decarbonisierung des Energiesektors bis 2040 notwendig. Allerdings rechnen auch viele mittlerweile mit einer Erhöhung des Strombedarfs durch Sektorenkopplung, also die Übernahme von Energiebereitstellung im Bereich Wärme und Mobilität durch den Strombereich. Um dieses Ziel erreichen zu können, müsste sich z. B. bei Quaschnig (2016) das Ausbautempo der erneuerbaren Energien um den Faktor vier bis fünf steigern (Abb. 14).

Während die Bundesregierung, die bei einer ersten Überprüfung zur Umsetzung des Aktionsprogramms Klimaschutz 2020, zur Erkenntnis kam, dass die Minderungsziele des Pariser Abkommens erreicht würden, ist das Umweltbundesamt ebenfalls kritisch. „Eine erste Schätzung des UBA zeigte für das Jahr 2015 jedoch wieder einen leichten Anstieg der Treibhausgas-Emissionen [...]. Somit bleiben nunmehr fünf Jahre, um die Emissionen von 27 % auf den Zielwert in Höhe von 40 % in 2020 zu senken. Nach derzeitigem Stand ist die Zielerreichung nicht gesichert“ (UBA 2016a und b).

10 Z. B. Fraunhofer IWES/IBP (2017); Nitsch (2016); Wuppertal Institut (2015)

Abbildung 14 Erreichung des 1,5 Grad Ziels und die benötigte Geschwindigkeit beim Ausbau

Quelle: Quaschnig 2016, S. 6

6 Fazit und Ausblick

Auf Grund der Dringlichkeit beim Thema Klimaschutz überrascht der zähe Lösungs- bzw. Maßnahmenprozess auf allen Ebenen. Zentraler Fokus aller Bemühungen ist die Energiewirtschaft und die daraus resultierenden Treibhausgasemissionen. Die Verteilung der großen Emittenten, der Industrieländer, weicht nicht unwesentlich von der ab, die bereits umfangreich vom Klimawandel betroffen sind, nämlich hauptsächlich die Entwicklungsländer. Allerdings hat sich die Weltgemeinschaft im Dezember 2015 mit dem Pariser Abkommen nun völkerrechtlich verpflichtet, den Ausstoß der Treibhausgase dahingehend zu reduzieren, dass der Anstieg der Jahresmitteltemperaturen deutlich unter zwei Grad Celsius bleibt. Jedes Land erstellt Klimaschutzpläne zur Umsetzung der Ziele, welche nicht starr sind, sondern kontinuierlich progressiv fortgeschrieben werden. Ein unabhängiges, überstaatliches Gremium kontrolliert die Fortschritte. Entwicklungsländer werden bei der Erreichung der Zielerfüllung maßgeblich unterstützt. Dass auf Grund dieses weitreichenden internationalen Commitments, die EU und letztendlich auch die deutschen Zielsetzungen zum Ausbau der Erneuerbaren und Erhöhung der Energieeffizienz, nicht nach oben korrigiert werden, bleibt ungeklärt. Im Gegenteil: Die Verfehlung der Energieziele wird in Deutschland billigend hingenommen, der Zubau wird begrenzt und Auflagen – v. a. im Baubereich

oder Mobilitätssektor – werden nach wie vor nicht überprüft. Ob die ‚German Energiewende‘ im Nachgang zur COP 23 in Bonn Ende 2017 wieder an Fahrt gewinnt, wird sich zeigen müssen. Dass die Voraussetzungen zu einem Umstieg auf erneuerbare Energien mehr als gegeben sind, werden auch die nachfolgenden Beiträge zeigen – obschon der Komplexität bei der Umsetzung einer dezentralen Energiewende.

Literatur

- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2014a). Strom aus Erneuerbaren Energien in Deutschland 1990–2013. <http://unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien>. Zugriffen: 20. Oktober 2014.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2014b). Einflüsse auf die EEG-Umlage 2013. <http://unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien>. Zugriffen: 20. Oktober 2014.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2014c). Netzinvestitionen der deutschen Stromversorger. <http://unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-stromerzeugung-aus-erneuerbaren-energien>. Zugriffen: 20. Oktober 2014.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017a). Merit Order ohne erneuerbare Energien, Erdgas am Ende der Nachfragekurve. https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/4895.AEE_Merit-Order-Effekt_Feb11.jpg. Zugriffen 03. 04. 2017.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017b). Merit Order mit Erneuerbaren Energien, Erdgas außerhalb der Nachfragekurve. https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/4893.AEE_Entstehung_Boersenstrompreis_Feb11.jpg. Zugriffen 03. 04. 2017.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017c). Strompreisentwicklung und Bestandteile für Haushalte, Gewerbe und Industrie. <https://www.unendlich-viel-energie.de/mediathek/grafiken/entwicklung-der-strompreise-von-haushalten-und-industrie>. Zugriffen: 14. Januar 2017.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017d). Anteil der erneuerbaren Energien am Endenergieverbrauch. https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/7151.EE-Anteile-Energieverbrauch_Aug16.jpg. Zugriffen: 03. 04. 2017.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017e). Eigentumsverhältnisse bei Erneuerbaren Energieanlagen, Stand 2012. https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/1120.AEE_Erneuerbare_Energien_in_Buergerhand_2012_apr13.jpg. Zugriffen: 13. Februar 2017.
- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017f). Stromerzeugung aus fossilen und erneuerbaren Energien in Deutschland. https://www.unendlich-viel-energie.de/media/image/6386.AEE_CO2-Emissionen_Strommix_jun16.jpg. Zugriffen: 20. Februar 2017.

- AEE – Agentur für Erneuerbare Energien (2017g). Überschuss an CO₂-Zertifikaten im Europäischen Emissionshandelssystem. <https://www.unendlich-viel-energie.de/me-diathek/grafiken/grafik-dossier-klimaschutz>. Zugriffen: 14. Januar 2017.
- BEE – Bundesverband Erneuerbare Energien (2014). Entwicklung der EEG-Umlage 2012–2014. http://www.bee-ev.de/_downloads/publikationen/positionen/2013/20131015_BEE-Hintergrund_EEG-Umlage-2014.pdf, S. 5. Zugriffen: 27. Oktober 2014.
- BfN – Bundesamt für Naturschutz (2006). Biologische Vielfalt und Klimawandel – Gefahren, Chancen, Handlungsoptionen – BfN Skript 148, 2006. Bonn – Bad Godesberg.
- BMUB – Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz, Bau und Reaktorsicherheit (2016): EU Klimapolitik. <http://www.bmub.bund.de/themen/klima-energie/klimaschutz/eu-klimapolitik/>. Zugriffen: 12. Dezember 2016.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (Hrsg.) (2015). Vierter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“ (Langfassung). Berlin.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2016). EU-Richtlinie für erneuerbare Energien. http://www.erneuerbare-energien.de/EE/Navigation/DE/Recht-Politik/EU_Richtlinie_fuer_EE/eu_richtlinie_fuer_erneuerbare_energien.html. Zugriffen: 12. Dezember 2016.
- BMWi – Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (2014). Nationaler Aktionsplan Energieeffizienz. https://www.bmwi.de/Redaktion/DE/Publikationen/Energie/nationaler-aktionsplan-energieeffizienz-nape.pdf?__blob=publicationFile&v=6. Zugriffen: 12. Dezember 2016.
- BNNetzA – Bundesnetzagentur (2017). Bestimmung der Fördersätze für Photovoltaikanlagen § 31 EEG 2014. https://www.bundesnetzagentur.de/SharedDocs/Downloads/DE/Sachgebiete/Energie/Unternehmen_Institutionen/ErneuerbareEnergien/Photovoltaik/ArchivDatenMeldgn/DegressionsVergSaetze_10_2014-12_2014.xls?__blob=publicationFile&v=1. Zugriffen: 14. März 2017.
- BMJV – Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (Hrsg.) (2014a): Erneuerbare-Energien-Gesetz vom 21. Juli 2014 (BGBl. I S. 1066), das durch Artikel 24 Absatz 29 des Gesetzes vom 23. Juni 2017 (BGBl. I S. 1693) geändert worden ist. https://www.gesetze-im-internet.de/eeg_2014/EEG_2017.pdf. Zugriffen 21. Juli 2017. Berlin.
- BMJV – Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (Hrsg.) (2014b): Erneuerbare-Energien-Wärme-gesetz vom 7. August 2008 (BGBl. I S. 1658), das zuletzt durch Artikel 9 des Gesetzes vom 20. Oktober 2015 (BGBl. I S. 1722) geändert worden ist. http://www.gesetze-im-internet.de/eww_rmeg/EEW%C3%A4rmeG.pdf. Zugriffen: 21. Juli 2017.
- BMJV – Bundesministeriums der Justiz und für Verbraucherschutz (Hrsg.) (2014c): Gesetz zur Einführung einer Biokraftstoffquote durch Änderung des Bundes-Immissionsschutzgesetzes und zur Änderung energie- und stromsteuerrechtlicher Vorschriften (Biokraftstoffquotengesetz – BioKraftQuG. https://www.bgbl.de/xaver/bgbl/start.xav?start=%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl106s318o.pdf%27%5D#__bgbl__%2F%2F%5B%40attr_id%3D%27bgbl106s318o.pdf%27%5D__1500656794928. Zuge-

- griffen 21. Juli 2017. BPB – Bundeszentrale für Politische Bildung (2017): Klimawandel. <http://www.bpb.de/gesellschaft/umwelt/klimawandel/>. Zugegriffen 12. Juli 2017.
- Brunnengräber, A. (2018). Klimaskeptiker im Aufwind. Wie aus einem Rand- ein breiteres Gesellschaftsphänomen wird. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 271–292). Wiesbaden: Springer VS.
- Bundesrat (2016). Entwurf eines Gesetzes zu dem Übereinkommen von Paris vom 12. Dezember 2015. Drucksache 427/16 12.08.16. https://www.bundesrat.de/SharedDocs/drucksachen/2016/0401-0500/427-16.pdf?__blob=publicationFile&v=1. Zugegriffen 21. Juli 2017.
- Büscher, C., & Sumpf, P. (2018). Vertrauen, Risiko und komplexe Systeme: das Beispiel zukünftiger Energieversorgung. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 129–161). Wiesbaden: Springer VS.
- BWE – Bundesverband Windenergie e. V. (Hrsg.) (2014). Ausschreibungsmodelle Wind onshore: Erfahrungen im Ausland. Saarbrücken: IZES gGmbH.
- Cox, B. C., & Moore, P. D. (1987). *Einführung in die Biogeographie*. Stuttgart: G. Fischer/UTB.
- de Lattin, G. (1976). *Grundriss der Zoogeographie*. Jena: Fischer.
- DLR – Deutsches Zentrums für Luft- und Raumfahrt (Hrsg.) (2016). Die Deutsche IPCC-Koordinierungsstelle. <http://www.de-ipcc.de/>. Zugegriffen: 14. November 2016.
- Deutscher Bundestag (2000). Entwurf eines Gesetzes zur Förderung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien (Erneuerbare-Energien-Gesetz – EEG) sowie zur Änderung des Mineralölsteuergesetzes. Drucksache 14/2776. 14. Wahlperiode 23.02.2000. Bonn: Bundesanzeiger Verlagsgesellschaft mbH.
- DWD – Deutscher Wetterdienst (2016). http://www.dwd.de/DE/klimaumwelt/klimawandel/ueberblick/ueberblick_node.html. Zugegriffen 13. November 2016.
- Fraunhofer ISI und Ecofys (2015). Stromkosten der energieintensiven Industrie. Ein internationaler Vergleich – Zusammenfassung der Ergebnisse. Studie im Auftrag des Bundeswirtschaftsministeriums. Berlin.
- Fraunhofer IWES/IBP (2017). Wärmewende 2030. Schlüsseltechnologien zur Erreichung der mittel- und langfristigen Klimaschutzziele im Gebäudesektor. Studie im Auftrag von Agora Energiewende.
- Fromme, J. (2018). Transformation des Stromversorgungssystems zwischen Planung und Steuerung. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 293–314). Wiesbaden: Springer VS.
- Generaldirektion Kommunikation der Europäischen Kommission (2016). Klimapolitik. Zielvorgaben – Triebfeder für grünes Wachstum. https://europa.eu/european-union/topics/climate-action_de. Zugegriffen: 20. November 2016.
- Illies, J. (1972). *Tiergeographie*. Braunschweig: Georg Westermann Verlag.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change (2017): <http://ipcc.ch/report/graphics/index.php?t=Assessment%20Reports&r=AR4%20-%20Synthesis%20Report&f=Chapter%202>. Zugegriffen 06. März 2017.

- IWR – Internationales Wirtschaftsforum Regenerative Energien (2014). Entwicklung EEG-Umlage und Strommenge vor und nach Änderung des Wälzungsmechanismus in 2009. <http://www.iwr-institut.de/de/presse/presseinfos-energiewende/erneuerbare-energien-werden-subventioniert-staat-zahlt-keinen-cent>. Zugriffen: 27. Oktober 2014.
- Jarass, L. & Obermair, G. M. (2012). *Welchen Netzbau erfordert die Energiewende? Unter Berücksichtigung des Netzentwicklungsplans 2012*. Münster: MV-Verlag.
- Kempfert, C. (2013). *Kampf um Strom – Mythen, Macht und Monopole*. Hamburg: Murmann.
- Kreutzfeldt, M. (2014). *Das Strompreis-Komplott. Warum die Energiekosten wirklich steigen und wer dafür bezahlt*. München: Knaur.
- Kühne, O., & Weber, F. (2018). Bausteine der Energiewende – Einführung, Übersicht und Ausblick. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 3–19). Wiesbaden: Springer VS.
- Lehr, U., Edler, D., O'Sullivan, M., Peter, F., Bickel, P., Ulrich, P., Lutz, C., Thobe, I., Simon, S., Naegler, T., Pfenning, U., & Sakowski, F. (2015). Beschäftigung durch erneuerbare Energien in Deutschland: Ausbau und Betrieb heute und morgen. Studie im Auftrag des Bundesministeriums für Wirtschaft und Energie, Osnabrück, Berlin, Stuttgart.
- Mandel, K. (2018). Warum plant Ihr eigentlich noch? – Die Energiewende in der Region Heilbronn-Franken. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 701–713). Wiesbaden: Springer VS.
- Nitsch, J. (2016). Kurzstudie für den BEE: „Die Energiewende nach COP 21 – Aktuelle Szenarien der deutschen Energieversorgung“.
- Oppel, J. & Nolte, A. (2008). *Klimawandel: Eine Herausforderung für die Wirtschaft, Handlungsoptionen für Industrieunternehmen in Deutschland*. Hamburg: Diplomica Verlag.
- Quaschnig, V. (2016). Sektorkopplung durch die Energiewende. Anforderungen an den Ausbau erneuerbarer Energien zum Erreichen der Pariser Klimaschutzziele unter Berücksichtigung der Sektorkopplung. Berlin: Hochschule für Technik und Wirtschaft.
- Quaschnig, V. (2017). Entwicklung der Temperaturen und Meeresspiegel von 20 000 v. Chr. bis 2015. http://www.volker-quaschnig.de/grafiken/2017-01_Historische-Temperaturen/index.php. Zugriffen 13. März 2017.
- Radgen, P. (2018). Von der Schwierigkeit, nicht nur im Kopf umzuparken – Ein Selbstversuch zur Elektromobilität. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 587–607). Wiesbaden: Springer VS.
- Regionalverband FrankfurtRheinMain (2016). Klima-Energie-Portal. Rahmenbedingungen für Deutschland. <http://klimaenergie-frm.de/Klima-Energie-Wissen/Politische-Rahmenbedingungen/Rahmenbedingungen-in-Deutschland>. Zugriffen: 14. Dezember 2016.
- Sekretariat der Klimarahmenkonvention (Hrsg.) (1998). Das Protokoll von Kyoto zum Rahmenübereinkommen der Vereinten Nationen über Klimaänderungen. Bonn.
- Schellnhuber, H. J. (2015). „Selbstverbrennung – Die fatale Dreiecksbeziehung zwischen Klima, Mensch und Kohlenstoff“, C. Bertelsmann.

- Schroeder, F.-G. (1998). *Lehrbuch der Pflanzengeographie*. Wiesbaden: Quelle & Meyer.
- Sielker, F., Kurze, K., & Göler, D. (2018). Governance der EU Energie(außen)politik und ihr Beitrag zur Energiewende. In O. Kühne & F. Weber (Hrsg.), *Bausteine der Energiewende* (S. 249–269). Wiesbaden: Springer VS.
- Sommer, R. S. (2015). Paläoklima: Knochen weisen den Weg. Tierausbreitungen am Ende der Eiszeit. *Biologie in unserer Zeit* 45, 186–193.
- UBA – Umweltbundesamt (2014). Hintergrund/Okttober 2014 Der Weg zum klimaneutralen Gebäudebestand. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (2016a). Klimaschutzziele Deutschlands. <https://www.umweltbundesamt.de/daten/klimawandel/klimaschutzziele-deutschlands#textpart-5>. Zugriffen: 10. März 2017.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016). CO₂-Emissionsfaktoren für fossile Brennstoffe. CLIMATE CHANGE 27/2016. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2016b). UBA Position zum Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung – Beitrag zur Diskussion im Rahmen des Erstellungsprozesses. Dessau-Roßlau.
- UBA – Umweltbundesamt (Hrsg.) (2017). Klimaschutz im Stromsektor 2030 – Vergleich von Instrumenten zur Emissionsminderung. Dessau-Roßlau.
- Völker-Lehmkuhl, K. (2005). *Praxis der Bilanzierung und Besteuerung von CO₂-Emissionsrechten: Grundlagen, Risiken, Fallstudie*. Berlin: Erich Schmidt Verlag.
- Walter, H. (1990). *Vegetation und Klimazonen*. 6. Aufl. – Stuttgart: E. Ulmer/UTB.
- Weber, F., Kühne, O., Jenal, C., Sanio, T., Langer, K., & Igel, M. (2016). Analyse des öffentlichen Diskurses zu gesundheitlichen Auswirkungen von Hochspannungsleitungen – Handlungsempfehlungen für die strahlenschutzbezogene Kommunikation beim Stromnetzausbau – Vorhaben 3614S80008.
- Wuppertal Institut für Klima, Umwelt, Energie (Hrsg.) (2015). *Wege zu einer weitgehenden Dekarbonisierung Deutschlands*. DE 2015 Report.

Sandra Hook studierte (Bio-)Geographie in Saarbrücken und Wollongong (Australien), und schloss dies 2000 als Diplom Geographin ab. Als Stipendiatin des DAAD folgte 2001 ein Masters of the Built Environment (Sustainable Development) an der University of New South Wales in Sydney. Direkt im Anschluss begann sie ein Doktorandenstipendium der DFG an der Universität Freiburg und schloss als Dr. rer. nat. 2006 ab. Neben ihrer Arbeit als politische Referentin im Bereich Erneuerbare Energien hat sie Lehraufträge an unterschiedlichen Hochschulen in Hessen und Baden-Württemberg, vorwiegend im Bereich regenerative Energiewirtschaft. Als Vizepräsidentin sowie als Mitglied des Wissenschaftlichen Beirates des Bundesverbandes Windenergie e. V., trägt Hook ihr Branchenwissen und ihre Forschungsinteressen direkt in die bundespolitische Landschaft. Als Mitglied des Frauennetzwerk Women of Windenergy, macht sie sich zudem für Karrierechancen von Frauen stark. Im Zen-

trum ihrer Arbeits- und Forschungsinteressen stehen Nachhaltigkeitsthemen, wie etwa die Akzeptanz Erneuerbarer Energien, die Verbindung Ökologie und Ökonomie sowie Ernährung und Landwirtschaft. Privat spielen Vierbeiner und Zweiräder eine große Rolle, sowie Volleyball und Kochlöffel.

Bausteine der Energiewende

Kühne, O.; Weber, F. (Hrsg.)

2018, IX, 772 S. 85 Abb., Softcover

ISBN: 978-3-658-19508-3