



**Franz-Josef Brüggemeier**

# Sonne, Wasser, Wind: Die Entwicklung der Energiewende in Deutschland

gute gesellschaft –  
soziale demokratie  
**#2017 plus**

**FRIEDRICH  
EBERT**   
**STIFTUNG**

## gute gesellschaft – soziale demokratie #2017 plus

EIN PROJEKT DER FRIEDRICH-EBERT-STIFTUNG  
IN DEN JAHREN 2015 BIS 2017

Was macht eine Gute Gesellschaft aus? Wir verstehen darunter soziale Gerechtigkeit, ökologische Nachhaltigkeit, eine innovative und erfolgreiche Wirtschaft und eine Demokratie, an der die Bürger\_innen aktiv mitwirken. Diese Gesellschaft wird getragen von den Grundwerten der Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität.

Wir brauchen neue Ideen und Konzepte, um die Gute Gesellschaft nicht zur Utopie werden zu lassen. Deswegen entwickelt die Friedrich-Ebert-Stiftung konkrete Handlungsempfehlungen für die Politik der kommenden Jahre. Folgende Themenbereiche stehen dabei im Mittelpunkt:

- Debatte um Grundwerte: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität;
- Demokratie und demokratische Teilhabe;
- Neues Wachstum und gestaltende Wirtschafts- und Finanzpolitik;
- Gute Arbeit und sozialer Fortschritt.

Eine Gute Gesellschaft entsteht nicht von selbst, sie muss kontinuierlich unter Mitwirkung von uns allen gestaltet werden. Für dieses Projekt nutzt die Friedrich-Ebert-Stiftung ihr weltweites Netzwerk, um die deutsche, europäische und internationale Perspektive miteinander zu verbinden. In zahlreichen Veröffentlichungen und Veranstaltungen in den Jahren 2015 bis 2017 wird sich die Stiftung dem Thema kontinuierlich widmen, um die Gute Gesellschaft zukunftsfähig zu machen.

Weitere Informationen zum Projekt erhalten Sie hier:

**[www.fes-2017plus.de](http://www.fes-2017plus.de)**

### Die Friedrich-Ebert-Stiftung

Die FES ist die älteste politische Stiftung Deutschlands. Benannt ist sie nach Friedrich Ebert, dem ersten demokratisch gewählten Reichspräsidenten. Als parteinahe Stiftung orientieren wir unsere Arbeit an den Grundwerten der Sozialen Demokratie: Freiheit, Gerechtigkeit und Solidarität. Als gemeinnützige Institution agieren wir unabhängig und möchten den pluralistischen gesellschaftlichen Dialog zu den politischen Herausforderungen der Gegenwart befördern. Wir verstehen uns als Teil der sozialdemokratischen Wertegemeinschaft und der Gewerkschaftsbewegung in Deutschland und der Welt. Mit unserer Arbeit im In- und Ausland tragen wir dazu bei, dass Menschen an der Gestaltung ihrer Gesellschaften teilhaben und für Soziale Demokratie eintreten.

### Über den Autor dieser Ausgabe

**Prof. Dr. Dr. Franz-Josef Brüggemeier** ist Inhaber des Lehrstuhls für Wirtschafts-, Sozial- und Umweltgeschichte am Historischen Seminar der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg.

### Für diese Publikation ist in der FES verantwortlich

**Dr. Philipp Fink** ist in der Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik für den Arbeitsbereich Klima-, Umwelt-, Energie- und Strukturpolitik verantwortlich und verantwortet die Projektgruppe Energie- und Klimapolitik im Rahmen des Projekts gute gesellschaft soziale demokratie 2017plus.

**Franz-Josef Brüggemeier**

# Sonne, Wasser, Wind: Die Entwicklung der Energiewende in Deutschland

3	<b>VORWORT</b>
4	<b>1. EINFÜHRUNG IN DAS THEMA</b>
6	<b>2. ENERGIEWENDEN HISTORISCH</b>
6	2.1 Kohle und der Übergang zum fossilen Zeitalter
7	2.2 Erdöl und Kernenergie
8	2.3 Kernenergie und Abhängigkeit vom Öl
10	<b>3. DIE AKTUELLE ENERGIEWENDE</b>
10	3.1 Ziele
10	3.2 Das Erneuerbare-Energien-Gesetz: Vorgeschichte und Entstehung
11	3.3 Atomausstieg I und II
13	3.4 Die Umsetzung des EEG
13	3.4.1 Versorgungssicherheit
18	3.5 Europa
20	3.6 Wirtschaftlichkeit
21	3.6.1 Externe Kosten
22	3.6.2 EEG-Umlage und Marktpreis
25	3.6.3 Effizienz und Sparen
26	3.7 Umweltverträglichkeit
29	<b>4. SCHLUSSFOLGERUNGEN</b>
30	Abbildungsverzeichnis
30	Abkürzungsverzeichnis
31	Glossar
33	Literaturverzeichnis



# VORWORT

Am 11.5.2014 konnten erneuerbare Energien zeitweilig 80 Prozent der Stromnachfrage decken – ein bisheriger Spitzenwert. Insgesamt stellten sie 2014 einen Rekord auf. Denn erstmals wurden mehr als 27 Prozent der Stromnachfrage durch Sonne, Wind, Wasser und Biomasse gesichert. Innerhalb von 25 Jahren ist es somit gelungen, den Anteil der Erneuerbaren an der Stromerzeugung von drei Prozent auf mehr als ein Viertel des erzeugten Stroms zu steigern. Zudem sind mehr als 370.000 Menschen im Bereich der erneuerbaren Energien in Deutschland beschäftigt. Damit scheint das anspruchsvolle Ziel der Energiewende, der Ausstieg aus der fossilen und klimaschädlichen Energieerzeugung, zumindest für die Stromerzeugung näher gerückt zu sein. Zudem ist das Interesse an der deutschen Energiewende im Ausland ungebrochen. Das Rückgrat der Energietransformation, das Erneuerbare-Energien-Gesetz, das den Ausbau der erneuerbaren Energiequellen regelt, wurde bereits von 65 Ländern übernommen.

Trotz dieser Errungenschaften verlief und verläuft der Prozess der Energiewende keineswegs reibungslos. Denn sie bedeutet nichts weniger als den Umbau des Energiesystems einer Industriegesellschaft. Doch um die Energiewende jenseits der reinen Statistiken und technologischen Dimensionen umfassend zu erklären, muss der ökonomische, gesellschaftliche und politische Kontext der Entscheidungsfindung dargestellt werden. Wie genau verlief der Prozess der Energiewende? Welche Meilensteine wurden erreicht? Wer waren die treibenden Akteure? Welche Interessen wurden verfolgt und wie haben sie sich gewandelt? Gab es geschichtliche Vorbilder?

Diesen Fragen geht der Autor der vorliegenden Studie, Franz-Josef Brüggemeier von der Albert-Ludwigs-Universität Freiburg, nach. Zum einen macht er deutlich, dass die Energiewende nicht nur vor der Aufgabe steht, das energiepolitische Dreieck von Versorgungssicherheit, Wirtschaftlichkeit und Umweltverträglichkeit in Einklang zu bringen. Sie musste und muss auch unterschiedliche Herausforderungen, Lösungsmöglichkeiten und Interessen in Politik, Wirtschaft und Technik berücksichtigen. Brüggemeier stellt in seiner historischen Analyse klar, dass die Umsetzung der Energiewende stets das Ergebnis eines komplexen Kompromisses auf der Basis eines

Interessenausgleichs ist. In diesem Zusammenhang weist er auf die führende Rolle der Sozialen Demokratie als gesellschaftliche und politische Bewegung bei der Gestaltung der Energiewende hin. Denn im Unterschied zu anderen politischen Bewegungen stand sie zum einen traditionell der Energiewirtschaft und der Industrie mit ihren Beschäftigten nahe. Zum anderen stammten wichtige Vordenker der Energiewende aus ihrer Mitte. In dem sie auf den komplizierten und für manche Beteiligte frustrierenden Interessenausgleich zwischen den Gewinner\_innen und den Verlierer\_innen setzt, hat die Sozialdemokratie die Energiewende als Prozess der gesellschaftlichen und wirtschaftlichen Modernisierung vorgebracht. Diesen Interessenausgleich herzustellen wird künftig ein zentrales Element der weiteren Ausgestaltung der Energiewende bleiben und damit Aufgabe der Sozialen Demokratie für die Zukunft sein.

Im Rahmen des Zukunftsprojekts der Friedrich-Ebert-Stiftung „gute gesellschaft soziale demokratie #2017plus“ wird das 2017plus-Projektteam Entwicklungen in der Energie- und Klimapolitik weiterverfolgen und ihre Bedeutung für die Soziale Demokratie analysieren.

Ich wünsche Ihnen eine spannende Lektüre!

**Dr. Philipp Fink**

Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik der  
Friedrich-Ebert-Stiftung

## EINFÜHRUNG IN DAS THEMA

Weltweit wird über die Notwendigkeit einer Energiewende diskutiert, um den Ausstoß an Treibhausgasen zu reduzieren und den befürchteten Anstieg der Temperaturen aufzuhalten. Dazu ist es erforderlich, fossile Brennstoffe (Steinkohle, Gas, Braunkohle, Öl) durch erneuerbare Energien aus Wind, Sonne, Wasserkraft oder Biomasse zu ersetzen. Entsprechende Bemühungen gibt es in zahlreichen Ländern. Doch in Deutschland sind sie besonders weit fortgeschritten und zeigen, welche Erfolge erreicht werden können, aber auch, welche Probleme zu überwinden sind. Die Energiewende in Deutschland soll zudem nicht nur den Gebrauch fossiler Brennstoffe reduzieren, sondern auch den Ausstieg aus der Kernenergie mit ihren Risiken und radioaktiven Abfällen schaffen. Die Ziele sind also besonders ehrgeizig, sodass die deutschen Bemühungen weltweit Beachtung finden.

Bei der Energiewende wird zu Recht immer wieder auf die große Bedeutung der Bürgerinitiativen und Umweltgruppen hingewiesen. Doch auf sich allein gestellt können diese Gruppen zwar Impulse geben und Druck ausüben, aber nicht die erforderlichen Entscheidungen oder gar Gesetze durchsetzen. Dazu ist die Unterstützung großer politischer Bewegungen notwendig. In Deutschland hat diese Rolle die Soziale Demokratie übernommen. Sie ist dafür besonders geeignet, da sie traditionell eng mit den etablierten Industrien und deren Beschäftigten verbunden ist und zugleich immer wieder Prozesse der Modernisierung angestoßen hat.

Entsprechend ging die SPD bei der Energiewende nicht einheitlich vor und hat diese nicht nur unterstützt, sondern vielfach auch skeptisch betrachtet. Das kann nicht überraschen, denn für moderne Industriegesellschaften ist die Bereitstellung und Nutzung von Energie von so elementarer Bedeutung, dass alle Bemühungen, hieran Änderungen vorzunehmen, tiefgreifende Auswirkungen haben und Widersprüche hervorrufen. Auch wenn Umweltgruppen diese Widersprüche immer wieder beklagen, sind sie doch unvermeidlich.

Es kommt deshalb darauf an, mit ihnen umzugehen und politisch akzeptable Lösungen zu finden. Dazu hat die SPD mehr als andere Parteien beigetragen, zumal sie auch auf Erfahrungen mit früheren Energiewenden zurückgreifen konnte. Diese verfolgten andere, zeigen aber, wie wichtig es auch bei diesem

Thema ist, die eigenen Vorstellungen immer wieder zu überprüfen und gegebenenfalls zu korrigieren.

Ein gutes Beispiel ist die Wende zur Atomenergie, die in den 1950er Jahren große Hoffnungen weckte. Sie versprach, das Zeitalter der schmutzigen Kohle zu überwinden und nahezu unbegrenzt preiswerte und saubere Energie zur Verfügung zu stellen – bis sich um 1980 die Erkenntnis durchsetzte, dass Kernenergie enorme Risiken birgt. Als Alternative wurden bereits damals erneuerbare Energien genannt, die jedoch nur wenig entwickelt waren und nach allgemeiner Einschätzung allenfalls langfristig eine Perspektive boten. Realistischer erschien der Einsatz von Kohle, die einen Wiederaufstieg erlebte. Als Folge entstanden zahlreiche neue Kraftwerke, die eine Lebensdauer von mehreren Jahrzehnten besitzen, deshalb heute noch in Betrieb sind und für die Ziele der aktuellen Energiewende eine große Herausforderung darstellen.

Der Verweis auf frühere Energiewenden und deren Probleme soll nicht von der heutigen Situation ablenken. Er ist vielmehr erforderlich, um unser Energiesystem verstehen und dessen Wandlungsfähigkeit einschätzen zu können. Denn Energiesysteme gleichen einem großen – genauer: einem sehr großen – Tanker, der seinen Kurs nur schwer ändern kann. Einmal getroffene Entscheidungen wirken lange fort, wie das Beispiel der Kohlekraftwerke zeigt. Zusätzlich werden Kursänderungen noch dadurch erschwert, dass dieser Tanker nicht nur einen, sondern mehrere Kapitäne hat, die für unterschiedliche Bereiche der Energieversorgung zuständig sind und nicht unbedingt denselben Kurs einschlagen: Betreiber von Kraftwerken, Stromnetzen, Raffinerien oder Braunkohlegruben; Lieferanten von Öl, Kohle und Gas; Hersteller von Solaranlagen und Windrädern und nicht zuletzt die Beschäftigten in diesen Bereichen. Hinzu kommen Politiker\_innen und Parteien, die sich ebenfalls um die Energieversorgung kümmern und dabei ebenfalls bestimmte Ziele verfolgen, darunter vor allem die Sicherung von Arbeitsplätzen.

Diejenigen, die eine rasche Energiewende erhoffen, sind oft enttäuscht darüber, dass so viele Gruppen und Interessen darauf Einfluss nehmen und oft sogar als Bremser wirken. Es gibt gute Gründe, deswegen die Geduld zu verlieren. Doch die Energiewende ist kein rein technisches Projekt, bei dem

leicht zu klären ist, welche Maßnahmen zu ergreifen sind. Sie muss vielmehr die drei Ziele jeder Energiepolitik zugleich beachten: die gesicherte, ökologisch nachhaltige und bezahlbare Versorgung mit Energie. Der Versuch einer Wende ist deshalb ein durch und durch politisches Thema, bei dem zahlreiche Fragen aufkommen und unterschiedliche Interessen zwangsläufig aufeinandertreffen. Umso wichtiger sind deshalb Parteien wie die SPD, um den unbedingt erforderlichen gesellschaftlichen Konsens herzustellen und auf Gewinner\_innen wie auf Verlierer\_innen zugleich zu achten.

Um die damit verbundenen Herausforderungen zu verstehen, ist es erforderlich, eine genaue Vorstellung der vielfältigen Aspekte und Argumente der Energiewende zu erhalten. Das ist allerdings keine leichte Aufgabe, da die Debatte darüber recht hitzig verläuft und viele Beteiligte ihre Argumente über Gebühr zuspitzen. Befürworter\_innen der Energiewende wird immer wieder vorgeworfen, sie seien romantische „Spinner“ und gefährdeten die wirtschaftliche Zukunft, während sie selbst die Möglichkeiten erneuerbarer Energien oftmals zu rosig darstellen. Als Folge liegt eine Vielzahl von Stellungnahmen, Darstellungen und Gutachten vor, die zu recht unterschiedlichen Befunden kommen und einander oftmals widersprechen, sodass es schwerfällt, sich eine eigene Meinung zu bilden.

Die folgenden Ausführungen sollen eine Orientierung bieten und werden dazu die verschiedenen Positionen, Probleme und Möglichkeiten darstellen, die gegenwärtig mit der Energiewende verbunden sind. Um diese besser zu verstehen, müssen wir auf frühere Energiewenden zurückblicken, von denen eine besonders wichtige bereits vor etwa 200 Jahren stattfand. Das scheint zu weit in der Vergangenheit zu liegen. Doch eine Auseinandersetzung mit dieser Energiewende ist sehr hilfreich. Denn sie fand in einer Gesellschaft statt, die fast vollständig auf den heute so wichtigen erneuerbaren Energien beruhte.

## 2

# ENERGIEWENDEN HISTORISCH

## 2.1 KOHLE UND DER ÜBERGANG ZUM FOSSILEN ZEITALTER

Als vor etwa 200 Jahren die Industrialisierung begann, beruhten Wirtschaft und Gesellschaft nahezu vollständig auf erneuerbaren Energien. Kohle wurde zwar seit längerem genutzt, jedoch in geringen Mengen, während Erdöl und Gas keine Rolle spielten. Dabei ist es problematisch, für die damalige Zeit allgemein von Energie zu sprechen. Damals ging es vor allem darum, Wärme zu erzeugen (insbesondere durch Holz) oder als Antrieb Wind, Wasserkraft, Tiere und Menschen zu nutzen. Energie in einem allgemeinen Sinne, bei der etwa Wärme in Bewegung umgewandelt wird, gab es damals nicht. Dies leistete erst die Dampfmaschine, die zur Industrialisierung und unseren Vorstellungen von Energie und dem Umgang mit ihr führte.

Die mit großem Abstand wichtigste Möglichkeit, Wärme zu erzeugen, bot Holz, ein nachwachsender Rohstoff. Daneben standen Wind und Wasser zur Verfügung, um Mühlen, Hammerwerke oder Schiffe anzutreiben. Zumindest genauso wichtig war die Muskelkraft von Menschen und Tieren, um Lasten zu befördern, Geräte zu bedienen oder andere Arbeiten zu übernehmen. Von diesen Energiequellen waren jedoch nur Holz, Wasser und Wind nachhaltig. Dabei kam es immer wieder vor, dass mehr Holz und andere Ressourcen verbraucht wurden, als nachwachsen. Eine dauerhafte Nutzung erforderte daher, derartige Exzesse zu vermeiden, um eine nachhaltige Versorgung zu sichern. Menschen und Tiere hingegen stellten ihre Arbeitskraft und dadurch Energie nicht auf nachhaltige Weise zur Verfügung. Denn sie waren auf Nahrungsmittel angewiesen, die von der Landwirtschaft bereitgestellt wurden (Brüggemeier 2014: Kap. 2, 3).

Generell besaßen die Landwirtschaft und mit ihr die Erträge des Bodens entscheidende Bedeutung. Sie lieferten nicht nur die Nahrungsmittel, sondern stellten auch all die anderen Rohstoffe zur Verfügung, auf die Handwerk, Gewerbe und die ersten Fabriken angewiesen waren: Hanf, Flachs, Stroh oder Holz, die direkt dem Boden entstammten, aber auch Wolle, Leder, Kerzen und andere Produkte, die über die Tierzucht und diverse Formen der Weiterverarbeitung gewonnen wurden. Besonders wichtig war Holz, das mit Fug und Recht

als zentraler Rohstoff dieser Zeit bezeichnet wird. Es lieferte nicht nur Wärme, sondern auch das Baumaterial für Häuser, Schiffe, Wagen und andere Transportmittel; aus ihm stammten die meisten Gegenstände des täglichen Gebrauchs (Geschirr, Tische, Stühle, Betten) ebenso wie zahlreiche Werkzeuge. Selbst die berühmte Spinning Jenny, lange Zeit das Symbol der Industrialisierung, war zum größten Teil aus Holz gefertigt.

Holz und die anderen Rohstoffe waren elementar auf die Sonne angewiesen. Nur diese stellte Tag für Tag die erforderliche Energie bereit, damit die Rohstoffe wachsen und von Menschen genutzt werden konnten. Dabei musste die Nutzung nachhaltig sein. Denn Jahr für Jahr konnten nur diejenigen Mengen dieser Rohstoffe verbraucht werden, die jeweils nachwachsen. Bei schlechten Ernten wurden größere Mengen verbraucht und Vorräte genutzt. Doch eine derartige Übernutzung durfte nicht über längere Zeiträume erfolgen. Wenn zu viel Holz verbraucht, zu viele Tiere geschlachtet oder Vorräte zur Neige gingen, gefährdete dieses Verhalten die Lebensgrundlagen. Zwangsläufig waren diese Gesellschaften beim Umgang mit Rohstoffen deshalb nachhaltig und dadurch von erheblicher Unsicherheit geprägt, da Ernten sehr unterschiedlich ausfielen.

Diese Unsicherheit lag auch darin begründet, dass es große Probleme bereitete, Nahrungsmittel über längere Zeit als Vorrat zu speichern, während die von Sonne, Wind und Wasser bereitgestellte Energie nur in engen Grenzen gespeichert und nur sehr mühsam über größere Entfernungen transportiert werden konnte. Gespeichert lag sie in Biomasse vor, vor allem als Holz, das jedoch wegen seines großen Gewichts und der geringen Energiedichte erhebliche Kosten und Schwierigkeiten beim Transport verursachte. Betriebe, die größere Mengen an Energie verbrauchten, fanden sich deshalb an den Orten, wo Holz oder Wasserkraft zur Verfügung standen. Die Produktion erfolgte deshalb dezentral und musste sich auf die natürlichen Schwankungen des Wetters und der Jahreszeiten einstellen oder auch vorübergehend aufhören, wenn es an Wasser oder Holz mangelte. Anders ausgedrückt: Die Nachfrage an Energie passte sich weitgehend dem Angebot an.

Die damit verbundenen Unsicherheiten nahmen zu, wenn die Bevölkerung zu schnell wuchs. Denn die Erträge des



Bodens ließen sich nur langsam steigern, sodass eine rasche Zunahme der Einwohner\_innen zu Krisen führte. Dennoch konnten auf der Basis nachwachsender Rohstoffe sehr hoch entwickelte Gesellschaften entstehen, die lange vor der Industrialisierung beeindruckende Errungenschaften in Wissenschaft und Technik aufwiesen und einen bemerkenswerten Lebensstandard erreichten. Zugleich häuften sich um 1800 die Anzeichen dafür, dass die Bevölkerung zu schnell wuchs und Krisen bevorstanden.

Wie groß diese Krisen waren und ob das Bevölkerungswachstum tatsächlich unüberwindbare Probleme schuf, ist bis heute schwer zu entscheiden. Denn derartige Schwierigkeiten kamen häufig vor, und die damaligen Gesellschaften besaßen zahlreiche Möglichkeiten, mit ihnen umzugehen. Zwei Aussagen allerdings lassen sich ohne Einschränkung treffen. Zum einen waren diese Gesellschaften durch ihre Nutzung von Energie und Rohstoffen zwar nachhaltig. Doch diese Nachhaltigkeit war mit schwankenden Ernten, häufigem Mangel, früher Sterblichkeit und zahlreichen anderen Unsicherheiten verbunden, sodass sie kein Vorbild bieten, dem wir nachahmen können. Zum anderen erlaubten erst die Industrialisierung und der damit verbundene Einsatz von Kohle, diesen Unsicherheiten zu entkommen. Kohle musste nicht Jahr für Jahr nachwachsen, sodass ihre Nutzung nicht nachhaltig war. Zudem schien dieser Energieträger in unbegrenzten Mengen zur Verfügung zu stehen, sodass sich ganz neue gesellschaftliche und wirtschaftliche Möglichkeiten eröffneten.

Kohle enthielt Energie in gespeicherter Form und ließ sich nach Einführung der Eisenbahn preiswert sowie über große Entfernungen transportieren. Seitdem stehen riesige Mengen an Energie überall dort zur Verfügung, wo sie benötigt werden, und zwar unabhängig von natürlichen Schwankungen. So entstanden zahllose Maschinen und Fabriken, effektivere Produktionsverfahren und technische Erfindungen, die zusammen mit neuen wissenschaftlichen Erkenntnissen und zahlreichen anderen Faktoren dazu beitrugen, dass die Produktivität rasch zunahm und die modernen Industriegesellschaften entstanden. In der Folge kam es nach 1850 zu einem rapiden Wachstum von Städten und Industrieregionen, in denen sich Bevölkerung, Politik, Verwaltung und Wirtschaft konzentrierten und die von einem konstanten Angebot an preiswerter Energie abhingen.

Einen zusätzlichen Schub erfuhr diese Entwicklung durch zwei weitere Neuerungen: Erstens die Möglichkeit, Energie in Form von Strom über große Entfernungen zu transportieren, und zweitens damit sowie mit Erdöl und Gas nicht nur große Anlagen wie etwa Dampfmaschinen, sondern auch kleinste Motoren zu betreiben. Als Folge entstanden große Kraftwerke, die den benötigten Strom lieferten und wesentlich dazu beitrugen, die industrielle Produktion zu etablieren, die wir kennen. Diese erfolgt kontinuierlich, d. h. sie ist unabhängig von natürlichen Schwankungen; sie beruht auf einem konstanten Angebot an Energie, das der Nachfrage folgt; und sie ist verbunden mit weitreichender Zentralisierung (Sieferle 2003).

Die Energiewende vor etwa 200 Jahren bedeutete das Ende einer Wirtschaftsweise, die durch ihre Nutzung von Ressourcen nachhaltig war und damit eines der Ziele erfüllte, die wir heute mit der Energiewende anstreben. Doch zugleich hingen die damaligen Gesellschaften fundamental von Schwankungen des Wetters, der Jahreszeiten und der Natur

generell ab und waren durch große Unsicherheiten geprägt. Unserem erweiterten Verständnis von Nachhaltigkeit entsprachen sie nicht. Denn dabei geht es nicht nur um Rohstoffe, sondern auch um Politik und Gesellschaft. In einer nachhaltigen Gesellschaft müssen politische Rechte, Mitsprache und andere Merkmale gegeben sein, die es erstrebenswert machen, dort zu leben. Das war um 1800 nicht der Fall.

Zugleich erfolgte die damals einsetzende Wende nicht abrupt. Es dauerte vielmehr Jahrzehnte, bis sich die neue, industrielle Art zu wirtschaften allgemein durchsetzte. Dazu waren zahlreiche Veränderungen erforderlich, sei es in Technik, Wirtschaft, Gesellschaft oder Politik, um auf die industrielle Wirtschaftsweise reagieren und sie kontrollieren zu können – was bis heute nur in einem Teil der Welt gelingt. Es kann deshalb nicht überraschen, dass die aktuelle Energiewende nicht über Nacht zu realisieren ist, sondern einen langwierigen und komplexen Prozess erfordert.

## 2.2 ERDÖL UND KERNENERGIE

Seit dem Aufstieg der Kohle kam immer wieder die Sorge auf, deren Vorräte gingen bald zur Neige. Parallel dazu wuchs auch die Kritik an den Schadstoffen, die beim Einsatz dieses Energieträgers entstanden. Beide Einstellungen, die Sorge um ein Ende der Vorräte wie die Kritik an den Schadstoffen, prägten das Kohlezeitalter und fanden sich auch nach dem Zweiten Weltkrieg, bis Mitte der 1950er Jahre Erdöl und vor allem Kernenergie eine Wende zu sauberen und offensichtlich unbegrenzt verfügbaren Energiequellen versprochen (Müller 1990; Radkau 1978).

Erdöl wurde bereits Ende des 19. Jahrhunderts industriell gefördert und erlebte anschließend eine weltweite Verbreitung. In der Bundesrepublik gewann dieser Rohstoff erst nach 1945 eine zentrale Bedeutung, als er sich in der chemischen Industrie, bei Kraftwerken und privaten Heizungen sowie nicht zuletzt als Benzin für Automobile durchsetzte. Kohle und Öl besitzen chemisch große Gemeinsamkeiten, doch Öl lässt sich in den genannten Bereichen deutlich einfacher nutzen. Die moderne Chemieindustrie mit ihren zahlreichen (Plastik-)Produkten entstand, der Energieverbrauch stieg deutlich an, und nicht zuletzt die Mobilität erlangte ein zuvor unbekanntes Ausmaß. Eine der wichtigen Aufgaben der aktuellen Energiewende besteht deshalb darin, diese Mobilität aufrechtzuerhalten und/oder praktikable Alternativen zu entwickeln.

Viel größeres Aufsehen als der Übergang zum Erdöl erweckte anfangs die Kernenergie, die geradezu grenzenlose Erwartungen in Öffentlichkeit und Parteien auslöste. Die Bundesregierung schuf 1955 eigens ein Atomministerium, an dessen Spitze Franz Josef Strauß stand, und die SPD verabschiedete 1956 einen „Atomplan“, in dem es hieß: „Ein neues Zeitalter hat begonnen. Die kontrollierte Kernspaltung und die auf diesem Wege zu gewinnende Kernenergie leiten den Beginn eines neuen Zeitalters für die Menschheit ein. (...) Die Hebung des Wohlstandes, die von der neuen Energiequelle (...) ausgehen kann, muss allen Menschen zugute kommen.“ Die Atomenergie könne „entscheidend helfen, die Demokratie im Innern und den Frieden zwischen den Völkern zu festigen. Dann wird das Atomzeitalter das Zeitalter werden von Frieden und Freiheit für alle“ (Brüggemeier 2014: 228; Brandt

1957). Dazu müsse die Bundesregierung mehr Gelder für die Atomforschung bereitstellen, um den technologischen Rückstand gegenüber anderen Ländern aufzuholen. Die Industrie wiederum stand in der Kritik, da sie eine „traditionelle Verbundenheit“ zum Kohlebergbau besitze und die neue Technologie vernachlässige.

Vergleichbare Äußerungen waren zu dieser Zeit verbreitet. Atommeiler sollten Strom und Wärme liefern, Meerwasser entsalzen und Wüsten fruchtbar machen, Gewächshäuser im kalten Norden beheizen oder ganze Flüsse umleiten und trockene Gebiete bewässern. In verkleinerter Form könnten sie Schiffe, U-Boote, Eisenbahnen und selbst Autos antreiben, bei denen allerdings Sicherheitsprobleme bestanden. Genauere Planungen zeigten, dass diese einen Schutzpanzer benötigten, der etwa 100 Tonnen wog.

Die Kernkraft versprach nicht nur saubere und billige, sondern auch unerschöpfliche Energie, die für viele Jahrhunderte reichen und nahezu alle Sorgen beheben sollte. Zahllose Journalist\_innen, Schriftsteller\_innen und Politiker\_innen vertraten diese Position. Auch in der Bevölkerung fand die Kernenergie Unterstützung, selbst Argumente des Natur- und Umweltschutzes sprachen dafür. Denn dadurch ließen sich – so der Atomplan der SPD – „der Raubbau in den Kohlegruben“ ebenso vermeiden wie „die schädigende Veränderung von Landschaft und Wasserversorgung beim Abbau von Braunkohle“. Ähnlich argumentierte Otto Kraus, der bayerische Landesbeauftragte für Naturschutz, der 1960 eine Schrift über „Wasserkraftnutzung und Naturschutz im Atomzeitalter“ veröffentlichte. Darin räumte er ein, dass „mancher Wissenschaftler, mancher Politiker und mancher Bürger“ damit verbundene Gefahren befürchte. Doch diese seien beherrschbar, zumal Staudämme nicht minder gefährlich seien. Schon deren Errichtung fordere zahlreiche Opfer. Außerdem könnten Dämme durch technische Fehler oder Naturgewalten brechen und Katastrophen auslösen. Im Vergleich dazu böten die Fortschritte der Kerntechnik und der Bau von Kernkraftwerken eine sinnvolle Alternative. Diese „Sternstunde“ müsse genutzt werden (Kraus 1960: 34).

Die Berichte in den Medien zeigten nahezu einhellige Unterstützung. Doch unterhalb der offiziellen Ebenen verliefen die Diskussionen kontroverser, auch weil die Nutzung der Kernenergie an die Gefährdung durch Atombomben erinnerte. Friedens- und Anti-Atombewegung waren deshalb von Anfang an eng verbunden. Als 1951/52 Standorte für die ersten Kernreaktoren in Karlsruhe, Köln und Jülich gesucht wurden, kam es zu heftigen Auseinandersetzungen. In Karlsruhe gingen Einwohner\_innen vor Gericht, sahen das Grundrecht auf Leben und körperliche Unversehrtheit bedroht und wiesen auf ungeklärte Sicherheitsfragen. Ihre Klage erregte großes Aufsehen und wurde bundesweit kommentiert, wobei die meisten Artikel allerdings für die neue Energieform plädierten und die Kläger\_innen als hinterwäldlerische Querulant\_innen darstellten, die – so der *Südkurier* im November 1956 – „mit Dreschflegeln gegen Atommeiler“ vorgingen (Radkau 1978: 441).

Die Ölkrise 1973 unterstützte die Bemühungen, mit Atomkraft eine Energiewende zu erreichen, denn sie zeigte eine große Abhängigkeit von arabischen Staaten. Da zusätzlich der Energiebedarf stieg und Erdöl offensichtlich zur Neige ging, warnte der damalige Finanzminister Helmut

Schmidt vor einer drohenden Energieknappheit. Sie sei das wichtigste Hindernis „für weiteres Wirtschaftswachstum, für Entwicklung der Produktivität und leider Gottes möglicherweise auch (...) für die Beschäftigung“. Die Atomwirtschaft stimmte ihm zu und bot an, bis 2000 etwa 50 Prozent des Primärenergiebedarfs mit Atomstrom zu decken. Dazu wollte sie weitere 35 Atomkraftwerke errichten, um die Versorgung zu sichern. Diese sollten nicht nur Elektrizität erzeugen, sondern auch die Prozesswärme für die chemische Industrie liefern und zusätzlich dazu dienen, aus heimischer Steinkohle Benzin und andere Erdölprodukte zu gewinnen (Brüggemeier 2014: 316f.).

Die Ruhrkohle und die Industriegewerkschaft Bergbau reagierten begeistert auf diese Vorschläge, die ihrer schrumpfenden Industrie unerwartete Perspektiven boten. Auch die Medien, die vorher erste Kritik an der Kernenergie geäußert hatten, betonten jetzt deren Vorteile. Der *Spiegel* forderte 1973, die Zahl der Aufträge für Kernkraftwerke zu verdoppeln; für die *Süddeutsche Zeitung* und das *Handelsblatt* konnte nur Atomstrom das Öl ersetzen und die Stromversorgung sichern (Schaaf 2002: 56). Die CDU-Landesregierung von Baden-Württemberg handelte deshalb im allgemeinen Konsens, als sie im Sommer 1973 die Gemeinde Wyhl am Kaiserstuhl zum Standort eines Kernkraftwerks bestimmte. Damit gab sie aber auch den Startschuss für die Anti-Atombewegung, die schließlich zum Ende der Kernenergie führte und der Suche nach Alternativen Auftrieb gab.

## 2.3 KERNENERGIE UND ABHÄNGIGKEIT VOM ÖL

In Wyhl sorgten sich die Gegner\_innen des Kernkraftwerks um den Weinbau und ihre Gesundheit, lehnten anfangs die Kernenergie aber nicht grundsätzlich ab. Die Landesregierung sah sich deshalb mit den üblichen Vorbehalten gegen Industrieprojekte konfrontiert und hielt an ihren Plänen fest. Doch bald rückte die Kernenergie in den Vordergrund und führte zu vermehrten Protesten der örtlichen Bevölkerung. Daran beteiligten sich Hausfrauen, Winzer und Bauern, die ansonsten bei derartigen Konflikten nicht hervortraten, in Wyhl aber die Aktionen bestimmten. Hinzu kam die Unterstützung von Studierenden aus Freiburg und zunehmend von Wissenschaftler\_innen, die ihre Kenntnisse einbrachten und den Argumenten gegen die Kernkraft eine fundierte Basis verliehen. Nach und nach entstand dadurch ein ungewöhnlich breites Bündnis, was wesentlich zum Erfolg der Wyhler Proteste beitrug. Ebenso wichtig waren Politiker wie Eppler und die baden-württembergische SPD, die bereits 1975 ihre Bedenken gegen den Ausbau der Atomenergie formulierten. Die Auseinandersetzungen radikalisierten sich, und Gegner\_innen des Kraftwerks griffen zu spektakulären Aktionen, darunter die Besetzung des Bauplatzes. Als zudem juristisch ein vorläufiger Baustopp verhängt wurde und der Protest weiter zunahm, zeigten auch die nationalen Medien Interesse an diesem Konflikt. Doch der *Spiegel* berichtete erst im März 1975 ausführlich über Wyhl, fast zwei Jahre nach Beginn der Auseinandersetzungen (Rucht 2008).

Inzwischen konnte das Thema Kernenergie im ganzen Land große Bevölkerungsgruppen mobilisieren. Mehr und mehr

Personen und Gruppen schlossen sich dem Protest an, der 1980 zur Gründung der Grünen führte. Diese verdankten ihren Aufstieg wesentlich der Ablehnung der Kernenergie, an der die SPD-geführte Bundesregierung festhielt. Für ihre Haltung fanden die Grünen wachsenden Zuspruch, doch zumindest genauso groß blieb der Anteil derjenigen, die Kernenergie befürworteten, auch als am 26.4.1986 in Tschernobyl ein Reaktor explodierte. Für etwa die Hälfte der westdeutschen Bevölkerung lag die Konsequenz dieser Katastrophe auf der Hand: Sie wollte aus der Kernenergie aussteigen. Die SPD beschloss 1986 auf ihrem Parteitag in Nürnberg einen Ausstieg innerhalb von zehn Jahren und näherte sich damit den Grünen an, während CDU/CSU und FDP an der Kernenergie festhielten und sich dabei auf die andere Hälfte der Bevölkerung berufen konnten.

Vor diesem Hintergrund wurde erneut eine Energiewende gefordert – ein Begriff, der jetzt erstmals breite Verwendung fand. Dabei ging es nicht nur um einen Ausstieg aus der Kernenergie. Nicht minder wichtig war die Sorge, dass die Erdölvorräte bald zur Neige gingen. Darauf hatte 1972 der weltweit diskutierte Bericht an den Club of Rome verwiesen, der vor Grenzen des Wachstums warnte und insbesondere auf die schwindenden Ölvorräte verwies. Auf diesen Argumenten bauten zahlreiche Personen und Institutionen auf, darunter das Freiburger Öko-Institut. Eine Studie aus dem Jahr 1980 bezeichnete als wichtigste Herausforderung die kommende „Erschöpfung von Mineralöl als billige Energiequelle“ (Krause et al. 1980: 13) und forderte eine baldige Energiewende. Dazu schlugen die Autoren mehrere Wege vor, die bis heute die Debatten prägen, darunter eine effektivere Energienutzung und die Abkopplung von Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch. Zusätzlich sollten vermehrt erneuerbare Energien eingesetzt werden und bis 2030 etwa die Hälfte des Energiebedarfs decken. Damit schätzte das Öko-Institut den Beitrag dieser Energien optimistischer ein als damals üblich, betonte aber auch, dass die andere Hälfte durch Kohle bereitgestellt werden müsse. Die Zukunft, so der Bericht, bestehe aus einer „Selbstversorgung durch Kohle und Sonne“ (Krause et al. 1980: 39).

Auch zahlreiche andere Studien plädierten für einen Ausstieg aus der Kernenergie und verwiesen ebenfalls auf die Notwendigkeit, Häuser zu dämmen, neue Technologien zu entwickeln, Energie effektiver zu nutzen und grundsätzlich Wirtschaftswachstum und Energieverbrauch voneinander zu entkoppeln. Hier bestünden große Möglichkeiten, doch letztlich müsse die Kohle auf absehbare Zeit eine zentrale Rolle spielen. Ein gutes und damals viel diskutiertes Beispiel für diese Argumente bietet das 1986 von Volker Hauff verfasste Buch „Energiewende“. Hauff war von 1978 bis 1982 Minister unter Schmidt und seit 1983 Mitglied der Weltkommission für Umwelt und Entwicklung der UN, die als Brundtland-Kommission einen bis heute wichtigen Bericht zur Nachhaltigkeit verfasste. In seinem Buch wollte Hauff, so der Untertitel, einen Weg „Von der Empörung zur Reform“ aufzeigen und praktische Schritte für den Ausstieg aus der Kernenergie vorstellen.

Als wichtigste Quelle jeder Energie beschrieb er deren bessere Nutzung, bezeichnete aber gleich danach saubere Kohle als Energieträger mit Zukunft. Für diese Einschätzung konnte er gute Gründe anführen. Denn Kohle setzte zwar

weiterhin erhebliche Emissionen frei, darunter Stickoxide und Schwefelsäure, die seit Langem in der Kritik standen und Mitte der 1980er Jahre als Verursacher des sauren Regens besonders vehement abgelehnt wurden. Doch es standen wirksame technische Möglichkeiten zur Verfügung, die den Ausstoß dieser und anderer Emissionen deutlich reduzieren konnten. Darauf verwies Hauff, der deshalb von „sauberer Kohle“ sprach und ihr eine zentrale Bedeutung zuwies (Hauff 1986: 95).

Ähnliche Positionen hatte einige Jahre zuvor Erhard Eppler vertreten. Eppler gehörte in der SPD zu den ersten Politikern, die eine Abkehr von der Kernenergie forderten, und gilt als Vorkämpfer der Energiewende. Bereits im Juni 1979 argumentierte er in einer umfangreichen Schrift, dass ein Ausstieg aus der Kernenergie kein ernsthaftes Problem aufwerfe, sofern die erforderlichen Anpassungen und Umstellungen erfolgten. Selbst eine deutliche Steigerung des Stromangebots sei möglich, könne aber erfordern, den Einsatz von Kohle auf das Doppelte des damaligen Verbrauchs zu erhöhen (Eppler 1979). Damit seien Probleme verbunden, von denen Eppler explizit eine zunehmende Erzeugung von CO<sub>2</sub> benannte. Um jedoch die Abhängigkeit vom Erdöl zu mindern, die für Eppler genauso wie der Ausstieg aus der Kernenergie von zentraler Bedeutung war, sei der Einsatz von Kohle vertretbar, zumal „saubere, wirbelschichtbetriebene Heizkraftwerke auf Kohlebasis“ zur Verfügung stünden. Große Erwartungen hegte Eppler auch gegenüber dezentralen Gaskraftwerken, während er den Einsatz von Sonnenenergie zwar erwähnte, ihr aber nur geringe Bedeutung zusprach.

Generell fanden sich in den 1980er Jahren immer wieder Hinweise auf die Möglichkeiten, Sonnenenergie zu nutzen. Doch selbst deren Befürworter\_innen beurteilten diese Alternative zurückhaltend (Hauff 1986; Krause et al. 1980). Es ist deshalb irreführend, wenn in der aktuellen Diskussion behauptet wird, ein Übergang zu erneuerbaren Energie sei damals versäumt worden. Realistischer war für die große Mehrheit der Zeitgenossen ein vermehrter Einsatz von Kohle, zumal Technologien zur Verfügung standen, um den Ausstoß der dabei anfallenden Schadstoffe deutlich zu mindern. Damals – wie heute – konnten sie allerdings nicht die Freisetzung von CO<sub>2</sub> verhindern. Doch die damit verbundene globale Erwärmung galt noch nicht als zentrales Problem. Im Vordergrund stand vielmehr das Bemühen, aus der Kernenergie auszuweichen und sich von den versiegenden Ölquellen unabhängig zu machen.

# 3

## DIE AKTUELLE ENERGIEWENDE

### 3.1 ZIELE

Die Ziele der aktuellen Energiewende lassen sich klar und einfach benennen: Sie soll den Ausstieg aus der Kernenergie erreichen, fossile Brennstoffe durch erneuerbare Energien ersetzen und den Ausstoß an klimaschädlichen Gasen reduzieren. Dazu wird 2022 das letzte Kernkraftwerk vom Netz gehen. Außerdem sollen bis 2050 erneuerbare Energien bis zu 80 Prozent zum Stromverbrauch beisteuern, der Primärenergieverbrauch um 50 Prozent gegenüber 2008 sinken und die Emission von Treibhausgasen um bis zu 95 Prozent im Vergleich zu 1990 zurückgehen (BMW 2014c).

Diese Pläne sehen ehrgeizig aus, erscheinen jedoch realistisch, da bereits bemerkenswerte Erfolge zu verzeichnen sind. Allein von 2000 bis 2014 nahm der Beitrag erneuerbarer Energien am Bruttostromverbrauch von 6,2 auf fast 26 Prozent zu. Wenn die erneuerbaren Energien weiterhin rasch ausgebaut werden, können sie erst Kernkraftwerke und dann fossile Energien ablösen. Da sie zudem nur sehr geringe Mengen an CO<sub>2</sub> freisetzen, wird deren Ausstoß deutlich zurückgehen. Um die ehrgeizigen Ziele zu erreichen, kommt es deshalb darauf an, die Entwicklungen der letzten Jahre fortzuschreiben (BMW 2014b).

Doch so einfach ist es nicht. Denn diese Entwicklungen haben nicht nur zu bemerkenswerten Erfolgen geführt. Sie haben auch gezeigt, dass mit der Energiewende große Herausforderungen, Widersprüche und Konflikte verbunden sind. Darauf gehen die folgenden Abschnitte ein. Dabei bestehen Konflikte nicht nur mit konventionellen Energieunternehmen, die um ihren Einfluss fürchten, sondern auch zwischen den verschiedenen Möglichkeiten, erneuerbare Energien zu gewinnen. So verursachen Solar-, Wind-, Wasserenergie oder Biomasse unterschiedliche Kosten und bieten unterschiedliche Versorgungssicherheit, sodass zu entscheiden ist, wie stark sie jeweils auszubauen sind. Anstelle eines weiteren Ausbaus wäre es aber auch möglich, weniger Energie zu verbrauchen oder neue Formen des Wirtschaftswachstums zu entwickeln.

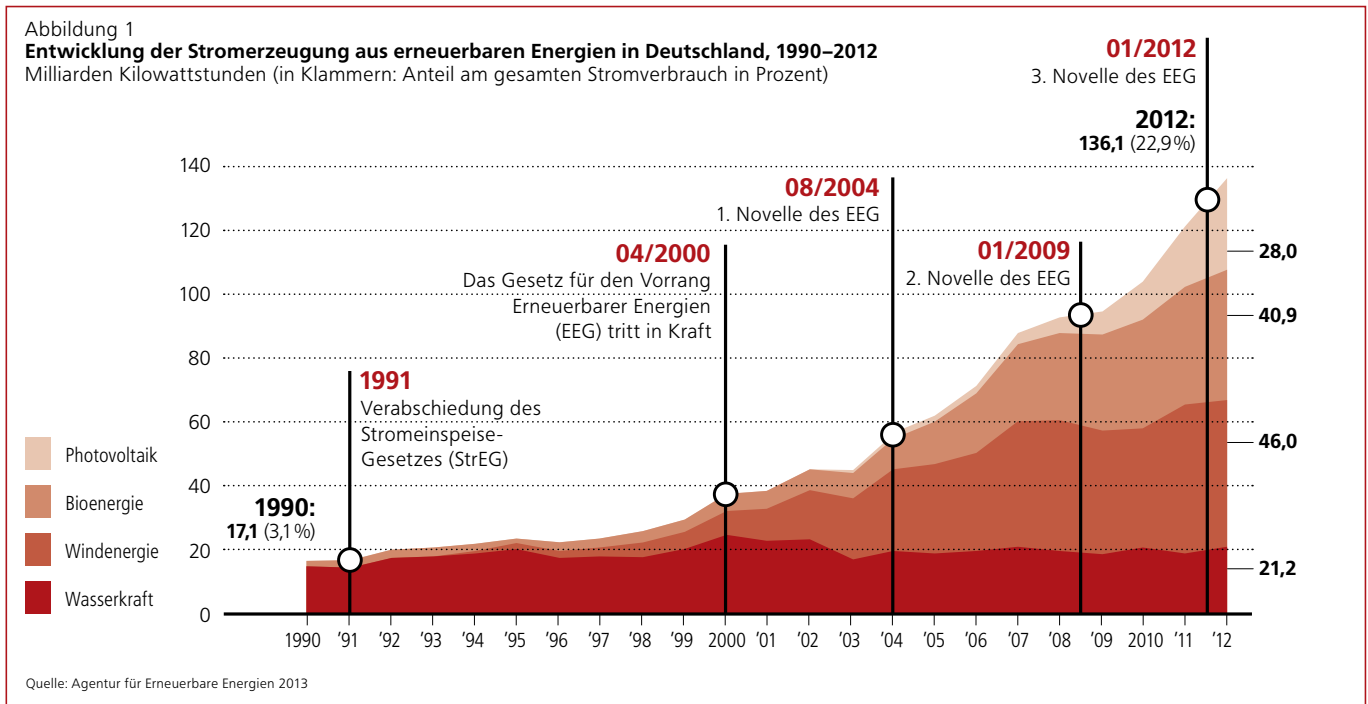
Grundsätzlich lassen sich diese Möglichkeiten miteinander kombinieren und stehen nicht im Widerspruch zueinander. Tatsächlich jedoch müssen Entscheidungen getroffen werden, schon um unnötige Kosten zu vermeiden. Hinzu kommt, dass

mit der Energiewende deutlich mehr Erwartungen verbunden sind, als eingangs formuliert. Denn zusätzlich zu den oben genannten Zielen soll sie auch die Abhängigkeit von Öl- und Gasimporten mindern; Arbeitsplätze schaffen; strukturschwache Regionen fördern; größere Effizienz beim Energieverbrauch erreichen, zur ökologischen Modernisierung beitragen und zahlreiche andere Vorstellungen verwirklichen. Es liegt auf der Hand, dass diese Vielfalt an Erwartungen zu Konflikten führt, bei denen oftmals die unterschiedlichen Interessen und Motive schwer zu erkennen sind.

Einzelne Überlegungen gehen noch weiter. Hermann Scheer, einer der Pioniere der Energiewende, sah darin den „umfassendsten wirtschaftlichen Strukturwandel seit dem Beginn des Industriezeitalters“. Die Energiewende besitze eine „zivilisationsgeschichtliche Bedeutung“ und solle die Art und Weise grundlegend ändern, wie wir leben und wirtschaften (Scheer 2010: 23, 28). So weit gehen nur wenige. Doch auch wer die Ziele von Scheer nicht teilt, muss sich darüber klar sein, dass die Energiewende mehr bedeutet, als Windturbinen und Solaranlagen zu errichten. Sie soll die vollständige Umgestaltung des bestehenden Energiesystems erreichen, was große Anstrengungen und einen langen Atem erfordert. Die Bundesregierung spricht deshalb von einer Generationenaufgabe und meint damit einen Prozess, dessen Ziele grob feststehen, dessen einzelne Schritte aber jeweils zu bestimmen und notfalls zu korrigieren sind. Und es handelt sich um einen Prozess, der bescheiden anfing. Denn am Anfang der aktuellen Energiewende sollte erst einmal der Anteil erneuerbarer Energien ausgebaut werden, deren Bedeutung seit der Industrialisierung stetig zurückgegangen war.

### 3.2 DAS ERNEUERBARE-ENERGIEN-GESETZ: VORGESCHICHTE UND ENTSTEHUNG

Noch 1990 trugen erneuerbare Energien zur Stromerzeugung gerade einmal 3,1 Prozent bei (vgl. Abbildung 1). Dies entsprach 17,1 Milliarden Kilowattstunden. Im Jahr 2012 hatte sich die Menge um fast 800 Prozent erhöht – auf 136,1 Milliarden Kilowattstunden erzeugten Strom aus erneuerbaren Energien. Die weitaus größte Menge produzierten



in den 1990er Jahren Wasserkraftwerke, während Sonnen- oder Windenergie zu hohe Kosten verursachten und nahezu keine Bedeutung besaßen. Dabei hatten sich Windmühlen lange behauptet. Etwa 18.000 gab es 1895 in Deutschland, bis kleine Motoren und der Ausbau von Stromnetzen sie verdrängten. In den 1930ern allerdings schien die Windenergie einen Aufschwung zu erleben.

Hermann Honnef, ein Erfinder und Pionier dieses Energiezweiges, wollte riesige Höhenkraftwerke errichten und damit günstig Strom erzeugen (Heymann 1990: Kap. 6). Die Kraftwerke sollten bis zu 430 Meter in die Höhe ragen und Turbinen mit Durchmessern von 60 bis 160 Metern besitzen, die selbst den Berliner Funkturm (150 Meter) übertrafen. Für Honnef mussten sie aber so groß ausfallen, um den Höhenwind nutzen und damit Strom erzeugen zu können. Die Kosten würden so niedrig sein, dass Landwirte Bodenheizungen errichten und drei bis vier Ernten im Jahr erzielen könnten. Diese Vorschläge muten heute fantastisch an, fanden aber viel Unterstützung, bis genaue Berechnungen zeigten, dass seine Pläne illusorisch waren. Die riesigen Türme warfen unlösbare statische Probleme auf, und die Kosten für deren Bau und Betrieb lagen viel zu hoch.

Konkurrenzfähig blieben deshalb nur Wasserkraftwerke, die bei Naturschützern allerdings nicht beliebt waren, da Staudämme erhebliche Eingriffe in die Landschaft verursachten – ein Einwand, der heute bei Pumpspeicherwerken wieder eine Rolle spielt. So blieb deren Beitrag begrenzt, erreichte 1990 aber immerhin die erwähnten drei Prozent der Stromerzeugung, während die anderen erneuerbaren Energien über bescheidene Ansätze nicht hinaus kamen. Das lag nicht nur an hohen Kosten, sondern auch am Verhalten der Energiekonzerne, die kein Interesse zeigten, selbst aktiv zu werden, und sich zudem sträubten, den so erzeugten Strom abzunehmen. Diese Hürde überwand 1991 das „Stromeinspeise-Gesetz“, das zwei Neuerungen brachte: Fortan mussten die

Elektrizitätsversorger Strom aus erneuerbaren Energien abnehmen und außerdem dafür Mindestvergütungen zahlen. Davon profitierten Wind- und Wasserkraft sowie Anlagen mit Biomasse, die Strom vergleichsweise preiswert herstellen konnten. Solaranlagen hingegen verursachten weiterhin zu hohe Kosten und fristeten ein Nischendasein, wie überhaupt der Beitrag erneuerbarer Energien nur langsam anstieg.

### 3.3 ATOMAUSSTIEG I UND II

Diese Situation änderte sich erst durch den Wahlsieg der rot-grünen Koalition im Jahre 1998, die in der Energiewende eine zentrale Aufgabe sah und damit vor allem zwei Ziele verband: den Ausstieg aus der Kernenergie und den Ausbau erneuerbarer Energien. Dazu verabschiedete die neue Regierung im Jahr 2000 das Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG), das für Strom aus Wind, Photovoltaik, Biomasse, Geothermie oder Wasserkraft galt und auf den ersten Blick wenig Neues brachte. Denn es schrieb ebenfalls Abnahmezusagen sowie Garantieprieze fest. Doch die garantierten Preise fielen deutlich höher aus als zuvor, insbesondere für Solaranlagen. Zudem galten sie für 20 Jahre und boten dadurch langfristig gesicherte Einnahmen, sodass erneuerbare Energien den erhofften Aufschwung erlebten.

Parallel dazu traf die Regierung eine Vereinbarung mit den Energieunternehmen, um den Ausstieg aus der Kernenergie zu erreichen, und änderte 2002 das Atomgesetz. Dieses begrenzte die Strommengen, die Atomkraftwerke erzeugen durften, und befristete deren Laufzeit auf 2021. In diesem Jahr sollte das letzte Kernkraftwerk schließen. Damit waren wichtige Forderungen der Grünen und zahlreicher Umweltgruppen erfüllt, aber nur, weil die SPD diese Ziele ebenfalls teilte und die erforderliche Mehrheit sicherte – bis der Wahlsieg der Koalition aus CDU/CSU und FDP im Oktober 2009

Abbildung 2  
**Aktueller Stand und Ziele der Energiewende**

Kategorie	2010	2012	2020	2030	2040	2050
<b>Treibhausgasemissionen</b>						
Treibhausgasemissionen (gegenüber 1990)	-25,6 %	-24,7 %	mind. -40,0 %	mind. -55,0 %	mind. -70,0 %	mind. -80,0 bis -95,0 %
<b>Erneuerbare Energien</b>						
Anteil am Bruttostromverbrauch	20,4 %	23,6 %	mind. 35,0 %	mind. 50,0 % (2025: 40,0–45,0%)	mind. 65,0 % (2035: 55,0–60,0%)	mind. 80,0 %
Anteil am Bruttoendenergieverbrauch	11,5 %	12,4 %	18,0 %	30,0 %	45,0 %	60,0 %
<b>Effizienz</b>						
Primärenergieverbrauch (gegenüber 2008)	-5,4 %	-4,3 %	-20,0 %		-50,0 %	
Bruttostromverbrauch (gegenüber 2008)	-1,8 %	-1,9 %	-10,0 %		-25,0 %	
Anteil der Stromerzeugung aus Kraft-Wärme-Kopplung	17,0 %	17,3 %	25,0 %			
Endenergieproduktivität	17,0 % pro Jahr (2008–2011)	1,1 % pro Jahr (2008–2011)	2,1 % pro Jahr (2008–2011)			
<b>Gebäudebestand</b>						
Primärenergiebedarf	-	-	-	in der Größenordnung von -80,0 %		
Wärmebedarf	-	-	-20,0 %	-	-	-
Sanierungsrate	rund 1,0 %	rund 1,0 %		Verdoppelung auf 2 pro Jahr		
<b>Verkehrsbereich</b>						
Endenergieverbrauch (gegenüber 2005)	-0,7 %	-0,6 %	-10,0 %	in der Größenordnung von -40,0 %		
Anzahl Elektrofahrzeuge	6.547	10.078	1 Millionen	6 Millionen		

Quelle: BMWi 2014c: 11

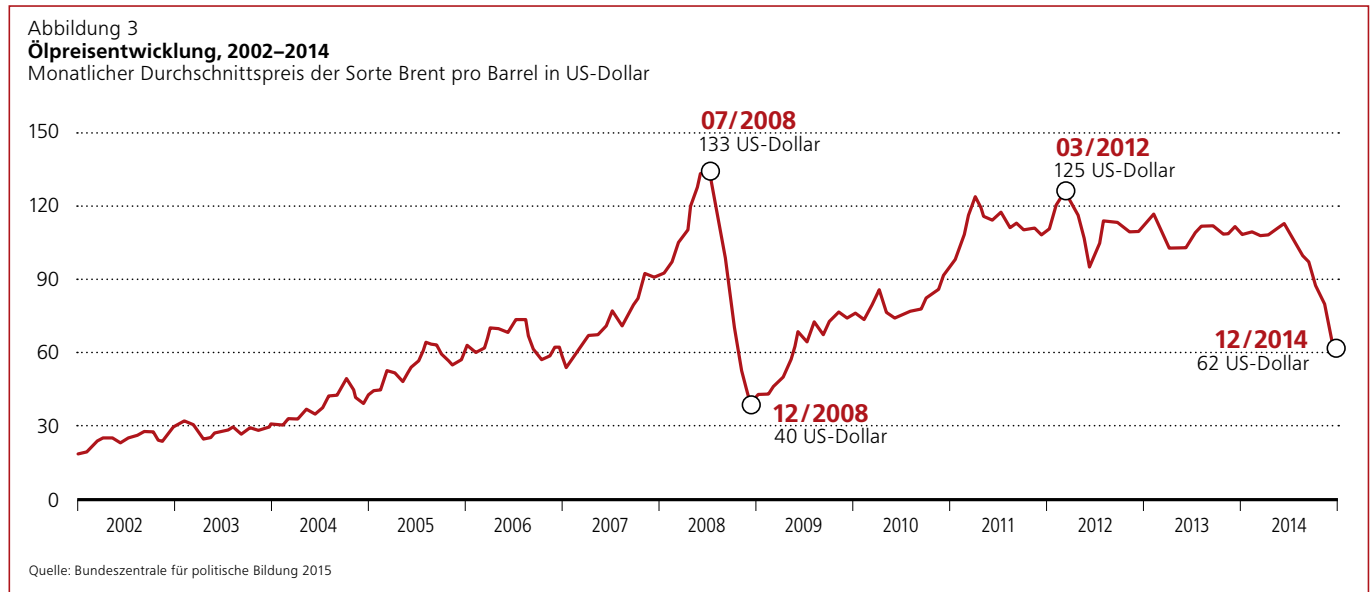
die Situation änderte. Die schwarz-gelbe Regierung hielt zwar am Ausstieg fest, verlängerte aber die Laufzeit der Kernkraftwerke und rief damit heftigen Protest bei Bevölkerung und Opposition hervor. SPD, Grüne, Die Linke und neun Bundesländer kündigten eine Verfassungsklage an, die jedoch schon wenige Monate später nicht mehr erforderlich war. Denn wiederum änderte sich die Situation und dieses Mal über Nacht, als am 11.3.2011 in Fukushima (Japan) eine ähnlich schwere Katastrophe ausbrach wie 25 Jahre zuvor in Tschernobyl.

Im dortigen Atomkraftwerk kam es – als Folge eines Erdbebens und eines dadurch ausgelösten Tsunamis – zu Kernschmelzen. Sicherheitsmaßnahmen versagten, und große Mengen an radioaktivem Material traten aus, gelangten ins Meer und drohten, über den ganzen Globus verteilt zu werden. Weltweit entstanden Ängste, zumal Erdbeben und Tsunami zusammenwirkten und eine Reaktorexpllosion wie in Tschernobyl drohte, die jedoch ausblieb. Auch die Zahl der Opfer fiel erheblich geringer aus, wenngleich über Langzeitwirkungen noch keine verlässlichen Aussagen getroffen werden können. Amerikanische Forscher geben die Zahl der vermutlichen Krebstoten zwischen 15 und 1.300 an (Süddeutsche Zeitung 2012). Bekannt hingegen sind die Opfer des Tsunamis, der verheerende Folgen hatte und etwa 16.000 Menschen in den Tod riss – worauf die deutschen Medien allerdings deutlich seltener eingingen.

Der Schock jedenfalls saß tief. Darauf reagierte die Bundesregierung, insbesondere Kanzlerin Angela Merkel. Sie verkündete ein Atom-Moratorium, das alle Kernkraftwerke einer

Sicherheitsprüfung unterzog und die sieben ältesten sofort für drei Monate stilllegte. Anschließend verabschiedete die Regierung ein neues Atomgesetz, das die kurz zuvor gewährten Verlängerungen widerrief. Bei acht der 17 Kraftwerke erlosch die Betriebsgenehmigung nach kurzer Zeit, die anderen müssen nach einem festgelegten Zeitplan bis 2022 vom Netz gehen. Das Gesetz erinnerte an die Regelung der rot-grünen Koalition aus dem Jahr 2002, griff jedoch stärker in die Energiewirtschaft ein, legte den Ausstieg detailliert fest und schrieb als Enddatum 2022 vor. Zudem wurde im Gegensatz zu Rot-Grün der Ausstieg nicht im Konsens mit den AKW-Betreibern vereinbart.

Eines der beiden Ziele der Energiewende, der Ausstieg aus der Kernenergie, war damit erreicht. Parallel dazu machte der Ausbau der erneuerbaren Energien große Fortschritte, an dem die konservativ-liberale Regierung festhielt. 2013 steuerten diese Energien 25,3 Prozent zum deutschen Stromverbrauch bei, mehr als das Vierfache seit Verabschiedung des EEG, und vermieden dadurch die Emission von 145,8 Millionen Tonnen CO<sub>2</sub> (BMWi 2014a: 32). Das Bundesumweltministerium, die beteiligten Unternehmen, Umweltverbände und Parteien preisen das Gesetz und sehen darin das weltweit erfolgreichste Instrument, um erneuerbare Energien zu fördern und eine Energiewende einzuleiten. Dafür gibt es gute Gründe, wie Abbildung 1 zeigt. Auch innerhalb der Bevölkerung findet es breite Zustimmung. Bei einer Umfragen bezeichneten 2014 mehr als 90 Prozent der Befragten den verstärkten Ausbau der erneuerbaren Energien als „wichtig“ bis „außerordentlich wichtig“ (AEE 2014). Und weltweit wollen mehrere Länder



vergleichbare Gesetze verabschieden oder haben dies bereits getan, zumal Strom aus diesen Energien immer preiswerter wurde – zumindest an der Börse. Hier kann der so erzeugte Strom billiger sein als Lieferungen aus konventionellen Kraftwerken und zeigt, dass man sich auf dem richtigen Weg befindet.

Grundsätzlich trifft diese Feststellung zu, doch tatsächlich ist die Situation überaus kompliziert. Das zeigt schon der Verweis auf den geradezu spottbilligen Börsenpreis, der eine Konsequenz des EEG ist und zahlreiche Probleme für den gesamten Energiemarkt verursacht. Auch andere Entwicklungen wurden nicht vorhergesehen, verursachten aber so lange keine Probleme, wie erneuerbare Energien keine große Bedeutung besaßen. Seitdem sie jedoch beachtliche Mengen an Strom, Wärme, Gasen oder Benzin produzieren, sind zahlreiche Fragen zu klären: Welche der erneuerbaren Energiequellen ist in Deutschland besonders geeignet und verdient bevorzugte Förderung: Solarenergie, Wind- und Wasserkraft, Geothermie oder Biomasse? Soll damit vor allem Strom und Wärme oder auch Gas und Benzin erzeugt werden? Soll die Versorgung möglichst aus eigenen dezentralen Quellen erfolgen, oder benötigen wir ein nationales, wenn nicht europaweites Verbundsystem? Wie lange sollen Kohle- und Braunkohlekraftwerke noch eingesetzt werden? Sollen wir den Schwerpunkt weiterhin vor allem auf den Ausbau erneuerbarer Energien legen oder wäre es sinnvoller, auf größere Effizienz bei der Nutzung von Energie und bessere Wärmedämmung zu achten?

Damit sind nur einige der Herausforderungen genannt, die zwangsläufig aufkommen, wenn ein Energiesystem grundlegend verändert wird. Zugleich bestehen dafür überaus leistungsfähige Lösungsmöglichkeiten, die in den letzten Jahren fortwährend verbessert wurden. Allerdings sind wir dabei auch mit Problemen konfrontiert, die bereits vor der Industrialisierung bestanden und jetzt wiederkehren: zum einen die Abhängigkeit erneuerbarer Energien von Wetter und Jahreszeiten, die das Energiesystem verwundbar macht; und zum anderen die Schwierigkeit, Energie zu speichern. Beide Aspekte haben weitreichende Auswirkungen, nicht zuletzt auf die Versorgungssicherheit.

## 3.4 DIE UMSETZUNG DES EEG

### 3.4.1 VERSORGUNGSSICHERHEIT

#### Kohle, Öl und Gas

Seit dem Aufstieg der Kohle und später des Öls gab es immer wieder Befürchtungen, deren Vorräte würden bald zur Neige gehen. Diese Befürchtungen häuften sich ab den 1970er Jahren, als der Bericht an den Club of Rome erschien, der damalige Bundeskanzler Helmut Schmidt vor einem baldigen Energiemangel warnte und das Freiburger Öko-Institut mit vielen anderen Expert\_innen diese Einschätzung teilte. Auch in der aktuellen Energiewende spielen diese Befürchtungen eine große Rolle, sodass die Bundesregierung als zentralen Grund für die Notwendigkeit der Wende die Endlichkeit von Öl und Gas sowie die Abhängigkeit von Energieimporten nennt.

Grundsätzlich war und ist diese Sorge berechtigt. Fraglos werden fossile Energievorräte irgendwann zur Neige gehen. Doch mit dieser Feststellung ist wenig gewonnen. Es kommt vielmehr darauf an, den Zeitpunkt zu bestimmen, wann die Vorräte tatsächlich knapp und teuer werden. Das fällt offensichtlich sehr schwer, wie die aktuellen Entwicklungen zeigen. Als im Jahr 2000 das EEG verabschiedet wurde, stiegen der weltweite Energieverbrauch und die Preise für Öl und Gas deutlich an. Eine weitere Zunahme galt als sicher, und der Übergang zu erneuerbaren Energien schien schon deshalb erforderlich, um die Versorgung zu garantieren. Da zudem der Preis fossiler Brennstoffe weiter ansteige, würden erneuerbare Alternativen erst konkurrenzfähig und dann sogar preiswerter werden. Anfangs traten diese Entwicklungen ein. Doch seit 2011 sind die Preise für das so wichtige Erdöl kaum noch gestiegen und zuletzt sogar deutlich gesunken (vgl. Abbildung 3) – ähnlich wie bei der Kohle. Auf diesem niedrigen Niveau werden sie auf Dauer nicht bleiben, doch es fällt schwer anzugeben, wann und in welchem Ausmaß sie wieder steigen werden.

Weltweit begrüßen Politiker die gesunkenen Energiepreise und erhoffen sich dadurch ein höheres Wirtschaftswachs-

tum. Für die Umwelt hingegen können die fossilen Energien wegen ihrer Emissionen unerwünschte Folgen haben und zeigen zudem, dass das eigentliche Problem nicht in deren Mangel besteht. Im Gegenteil. Diese sind in so großen Mengen und so preiswert vorhanden, dass auf absehbare Zeit nicht nur die Versorgung gesichert ist. Vielmehr werden weltweit ihr Verbrauch und die dadurch freigesetzten Mengen an CO<sub>2</sub> weiter ansteigen. In wenigen Jahren hat sich die Situation grundlegend geändert. Während bis vor Kurzem die Endlichkeit fossiler Energieträger große Sorgen auslöste, geht es jetzt darum, die reichhaltigen Vorräte an Kohle, Öl und Gas möglichst nicht zu nutzen, die damit verbundenen Klimagase zu vermeiden und stattdessen erneuerbare Energien einzusetzen.

Prinzipiell können diese ebenfalls eine sichere Versorgung bieten. Dabei werfen aber die natürlichen Schwankungen durch Wetter und Jahreszeiten, die bei der Erzeugung erneuerbarer Energien unvermeidbar auftreten, ernsthafte Probleme auf. Vorindustrielle Gesellschaften hatten diesen Schwankungen wenig entgegenzusetzen. Heute verfügen wir über bedeutend bessere Möglichkeiten, die allerdings erheblichen Aufwand erfordern.

### Schwankungen und Speicher

Erneuerbare Energien hängen fundamental von Wind und Sonnenstrahlen ab, die zwangsläufig erheblichen Schwankungen unterliegen. Je nach Dauer und Intensität erzeugen sie unterschiedliche Mengen an Strom und stehen nicht kontinuierlich zur Verfügung. Solaranlagen waren 2013 im Durchschnitt an 867 Stunden (entspricht zehn Prozent) in Betrieb. Windanlagen auf dem Lande erreichten mit etwa 18 Prozent einen besseren Wert, der im besonders windreichen Schleswig-Holstein auf 22 Prozent anstieg (BDEW 2015: 25f.). Wenn also angegeben wird, dass deren installierte Leistung oder die von Solaranlagen die Leistung von Kernkraftwerken übertrifft, so ist das prinzipiell eine gute Nachricht. Sie ist aber auch irreführend, denn die installierte Leistung steht zwar grundsätzlich zur Verfügung, wird aber nur zu einem kleineren Teil abgerufen. Auf hoher See kann die Auslastung von Windturbinen 50 Prozent erreichen und eine kontinuierliche Versorgung erleichtern, sodass ein weiterer Ausbau geplant ist. Dabei entstehen aber auch erhebliche technische Probleme und deutlich größere Kosten, sodass Windturbinen auf dem Meer aktuell nur ein Prozent zur allgemeinen Stromerzeugung beitragen (BDEW 2014: 11) und erst nach und nach größere Bedeutung erlangen werden.

Die Natur selbst trägt dazu bei, einen Ausgleich der Schwankungen zu finden. So erreichen Photovoltaikanlagen die höchste Leistung im Sommer und in der Mittagszeit, wenn der Energiebedarf besonders groß ist. Im Winter hingegen fallen sie oftmals aus, doch dann häufen sich starke Winde und können einspringen. Ohnehin herrschen zu jedem Zeitpunkt von Ort zu Ort ganz unterschiedliche Wind- und Sonnenverhältnisse, die ebenfalls einen Ausgleich, aber nur begrenzte Sicherheit bieten. So produzierten Sonne und Wind 2012 an besonders guten Tagen 22.121 Megawatt Strom, an schlechten aber nur etwas mehr als fünf Prozent davon (Monopolkommission 2013: 185). Als Aushilfe können Lieferungen aus anderen Ländern dienen, in denen

besonders stabile Sonnen- oder Windverhältnisse herrschen. Ein besonders ehrgeiziger Plan (Desertec) sah vor, Strom in der Sahara zu erzeugen und von dort nach Europa zu transportieren. Doch gerade hier traten zahlreiche technische, wirtschaftliche und politische Probleme auf, die eine Realisierung in die ferne Zukunft verschoben. Doch trotz solcher Rückschläge ist für den Erfolg der Energiewende eine europäische Zusammenarbeit erforderlich (vgl. Kapitel 3.5).

Derartige Überlegungen wären nicht erforderlich, wenn es gelingt, Wärme und Strom zu speichern. Bei Wärme bestehen dazu gewisse Möglichkeiten, die jedoch begrenzt sind, erhebliche Kosten verursachen und mit Verlusten verbunden sind. Diese treten übrigens immer auf, wenn Energieformen ineinander umgewandelt werden, was bei Speicherung notgedrungen der Fall ist. Besonders schlecht sieht es bei Strom aus. Hier sind die Möglichkeiten weniger effektiv, die Kosten höher und die Verluste größer, sodass damit erzeugte Energie sich derzeit nur in kleinen Mengen und für kurze Zeiträume speichern lässt. Viel diskutiert werden Pumpspeicherwerke, die bei Bedarf ihre Wassermassen freisetzen und damit Strom erzeugen. Doch sie erfordern erhebliche Eingriffe in Natur und Landschaft, bieten begrenzte Leistung und sind nach wenigen Stunden leer gelaufen. Diese Werke können kurze Engpässe beheben, aber keine dauerhafte Versorgung sichern.

Da wirksame Speichermöglichkeiten von zentraler Bedeutung sind, werden die unterschiedlichsten Möglichkeiten erprobt, von denen einige geradezu fantastisch anmuten. Dazu zählen Versuche, die Schächte stillgelegter Zechen zu nutzen, die weit über 1.000 Meter in die Tiefe reichen. Diese Höhendifferenz bietet beste Möglichkeiten, über Tage Wasserreservoirs anzulegen und in der Tiefe Turbinen anzutreiben, um Strom zu erzeugen, doch noch bestehen erhebliche technische Herausforderungen und Kostenprobleme. Weiter fortgeschritten sind die Bemühungen um leistungsfähige Batterien, die inzwischen Elektroautos antreiben. Doch auch hier fällt es weiterhin schwer, bezahlbare und leistungsfähige Batterien herzustellen. Wenn diese demnächst zur Verfügung stehen, eröffnen sich zusätzliche Möglichkeiten. Da Elektroautos, wie alle Kraftwagen, die meiste Zeit nicht in Betrieb sind, könnten deren Batterien miteinander verbunden werden und dadurch eine Art Megaspeicher entstehen.

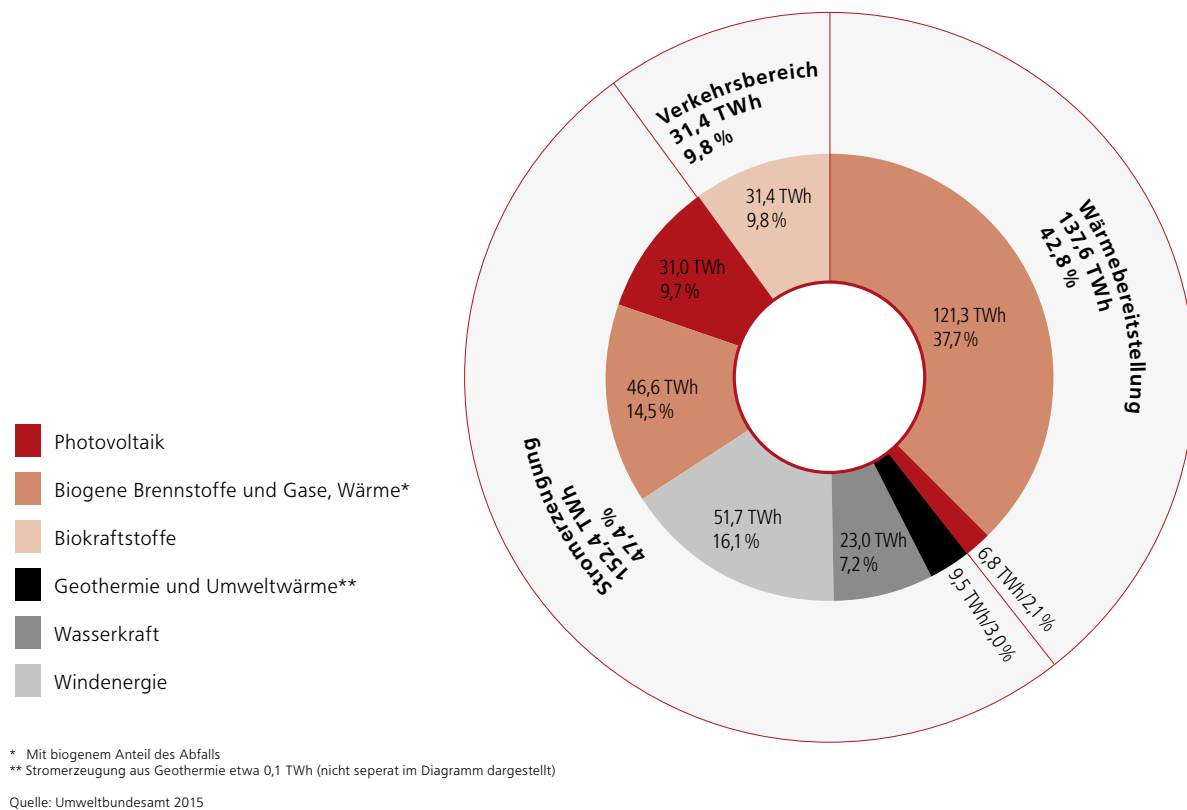
Andere Projekte versuchen, Strom in Wärme zu wandeln. Irgendwann können diese und andere Vorhaben eine Lösung bieten. Vorerst allerdings sind Batterien oder vergleichbare Vorrichtungen, die so große Energiemengen speichern, dass sie die generelle Stromversorgung sichern, nicht zu erkennen. Dabei gibt es auch bei erneuerbaren Energien eine Variante, die nicht nur keine Schwankungen kennt, sondern wie Kohle oder Gas Energie in gespeicherter Form enthält und sich geradezu anbietet, Schwankungen auszugleichen: Biomasse.

### Biomasse

Zur Biomasse gehören unterschiedlichste organische Materialien, darunter tierische Exkremente und zahlreiche andere Abfälle. Besonders große Mengen produziert die Massentierhaltung in der Form von Gülle, deren Nutzung als erneuerbare Energie zugleich ein gravierendes Umweltproblem löst. Hinzu kommen weitere Abfälle in der Landwirtschaft oder bei



Abbildung 4  
Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern, 2013



Schlachtereien, organischer und brennbarer Müll in Haushalten und Industrie sowie Gase aus Gruben oder Deponien, wenngleich Letztere streng genommen keine erneuerbaren Energien sind. Davon abgesehen zeichnen sich die verschiedenen Arten der Biomasse dadurch aus, dass sie Energie in gespeicherter Form zur Verfügung stellen, die nach Bedarf genutzt werden kann.

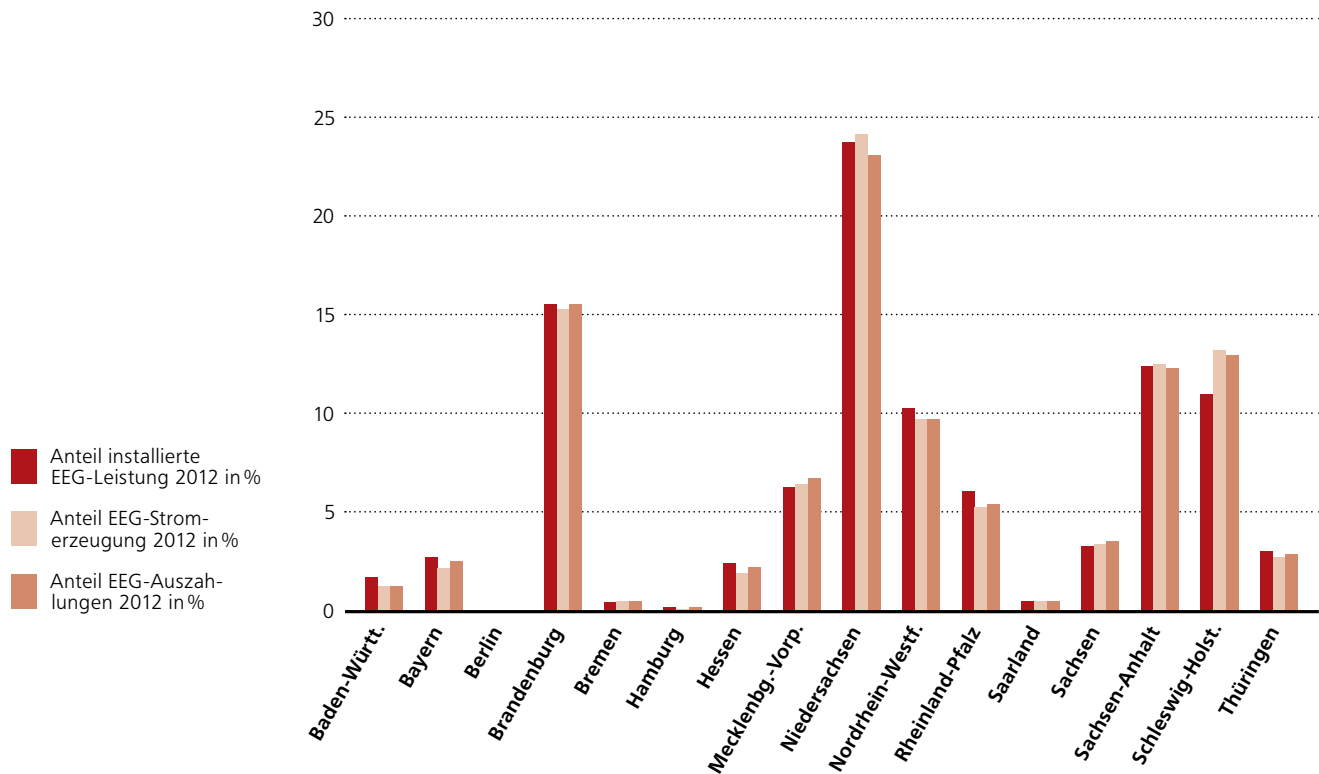
Wegen dieser Eigenschaften werden nicht nur bereits vorhandene Abfälle genutzt, sondern Biomasse auch gezielt angebaut. Seit Langem gilt das für Holz, das als Heizmaterial in Form von Pellets aktuell eine bemerkenswerte Karriere zu verzeichnen hat. Doch Bäume wachsen bekanntlich langsam, sodass sie eine eher langfristige Perspektive eröffnen. Kurzfristig nutzen hingegen lässt sich Mais, der ein besonders guter Energielieferant ist und in den letzten Jahren vermehrt angebaut wurde. Dazu trugen auch höhere Subventionen bei, denn Mais und Biomasse generell bieten sich in der Energiewende geradezu an. Sie wachsen Jahr für Jahr nach, sind also im engeren Sinne des Wortes erneuerbar, und können nicht nur Strom und Wärme bereitstellen, sondern auch als Grundlage dienen, um Gase, Benzin und zahlreiche Rohstoffe zu erzeugen.

Entsprechend erlebte Biomasse in den letzten Jahren einen beachtlichen Aufschwung und lieferte 2013 etwas über 60 Prozent aller erneuerbaren Energien. Danach folgen mit deutlichem Abstand Windkraft (16,1), Photovoltaik (9,7) und schließlich Wasserkraft (7,2), während andere Quellen zu vernachlässigen sind (vgl. Abbildung 4). Die Entwicklung

der Biomasse erscheint deshalb als beeindruckende Erfolgsgeschichte, die nicht nur hilft, Schwankungen auszugleichen. Da damit vor allem kleine und mittlere Anlagen betrieben werden, kann Biomasse auch einen wichtigen Beitrag zu einer dezentralen Versorgung und einem lokalen bzw. regionalen Mix verschiedener Energieträger leisten. Ein gutes Beispiel dafür sind Blockheizkraftwerke, die Energie und Wärme zugleich gewinnen, einen hohen Wirkungsgrad besitzen und sich vor allem eignen, um kleinere Mengen an Strom oder Wärme zu erzeugen.

Trotz dieser Möglichkeiten ist ein weiterer Anstieg von Biomasse jedoch problematisch. Zum einen verursacht ihre Nutzung hohe Kosten. Und zum anderen benötigt ihr Anbau Flächen und konkurriert dadurch mit der Herstellung von Nahrungsmitteln. In gut versorgten Europa ist diese Konkurrenz nicht weiter problematisch. In Ländern der sogenannten Dritten Welt hingegen leidet die Versorgung mit Nahrungsmitteln, wenn große und zudem oft artenreiche Flächen dazu dienen, energiereiche Pflanzen anzubauen. Diese Entwicklung fand in abgewandelter Form auch in Europa statt. Da Mais sich als Biomasse besonders eignet, entstanden weitflächige Monokulturen, die große Mengen an Düngemitteln und Pestiziden erfordern, Böden sowie Abwässer belasten und zudem die Biodiversität gefährden. Die Förderung der Biomasse ging deshalb zurück, während zugleich neue Wege gesucht werden, diese Schwierigkeiten auszuräumen. Dazu gehören Bemühungen, sich auf Abfälle zu konzentrieren, den Anbau energiereicher Pflanzen zu beschränken,

Abbildung 5  
**Onshore Windenergie: Regionale Verteilung von Leistung, Stromerzeugung und Vergütung, 2012**  
 Anteile in %



Quelle: BDEW 2014: 80

dabei konsequent ökologische Kriterien anzuwenden und nicht zuletzt Algen, andere Pflanzen oder Bakterien einzusetzen, bei denen keine Konkurrenz zu Nahrungsmitteln besteht.

Langfristig können sich hier beachtliche Möglichkeiten ergeben. Doch aktuell müssen zusätzliche Wege gefunden werden, um die Schwankungen auszugleichen, darunter leistungsfähige Übertragungsnetze, die von zentraler Bedeutung sind. Denn sie sollen Gebiete miteinander verbinden, in denen gerade besonders viel bzw. besonders wenig Strom aus Sonne, Wind oder Wasser erzeugt wird, und so den erforderlichen Ausgleich ermöglichen.

**Netze**

Bei der Versorgung mit Strom sind drei Kraftwerkstypen zu unterscheiden, die für die Grund-, Mittel- und Spitzenlast zuständig sind. Für die Grundlast, d. h. für den Bedarf, der nahezu kontinuierlich besteht, dienen Atom- und Braunkohlekraftwerke, die unter betriebswirtschaftlichen Aspekten Strom besonders preiswert erzeugen. Allerdings können sie ihre Leistung nur sehr langsam an Schwankungen des Bedarfs anpassen, was jedoch auch nicht ihre Aufgabe ist. Dazu dienen Mittellastkraftwerke, die vor allem zu den Zeiten in Betrieb sind, wenn der Bedarf bekanntermaßen hoch ist. Sie können schneller reagieren und setzen Steinkohle, Gas und Dampf- sowie Wasserkraft ein. Für besonders hohen und kurzzeitigen Bedarf (Spitzenlast) schließlich stehen Gaskraftwerke

zur Verfügung, die sehr flexibel reagieren können, allerdings auch höhere Kosten verursachen.

Diese Kraftwerke sind durch Netze verbunden, die aber vergleichsweise klein ausfallen können, denn konventionelle Kraftwerke nutzen Energie, die in Kohle, Öl oder Gas bereits gespeichert vorliegt. Vereinfacht ausgedrückt wirken fossile Energieträger wie Batterien, die in einem Zeitraum von Millionen von Jahren aufgeladen wurden und jetzt in kürzester Zeit aufgebraucht werden. Da diese Brennstoffe sich zudem gut transportieren lassen, können fossile Kraftwerke überall dort errichtet werden, wo Bedarf besteht. Auch hier können Angebot und Nachfrage voneinander abweichen, einzelne Kraftwerke ausfallen und Notsituationen entstehen. Doch größere Schwankungen bedeuten eine Ausnahme und lassen sich recht einfach beherrschen, da in erreichbarer Nähe genügend Kraftwerke zur Verfügung stehen, die einspringen können.

Bei erneuerbaren Energien fällt dies schwerer. Ihre Anlagen lassen sich nicht einfach dort errichten, wo Bedarf herrscht, sondern erfordern ausreichend Sonnenschein und genügend starken Wind. Anders ausgedrückt: Bei erneuerbaren Energien sind Erzeugung und Verbrauch geografisch voneinander getrennt. Da hier Windenergie eine zentrale Rolle spielt, erfolgt der Ausbau vor allem im Norden und Osten, während die industriellen Zentren im Westen und im Süden liegen, sodass der Strom dorthin transportiert werden muss (vgl. Abbildung 5).

Prinzipiell wäre es denkbar, energieintensive Betriebe – wie in vorindustrieller Zeit – dort anzusiedeln, wo erneuerbare Energien leicht und zuverlässig erzeugt werden können. Besonders gute Bedingungen herrschen im windreichen Norddeutschland, und die dortigen strukturschwachen Regionen würden eine solche Entwicklung begrüßen. Doch sie ginge zulasten der südlichen Bundesländer und würde erhebliche Probleme aufwerfen, sodass Verlagerungen allenfalls in theoretischen Überlegungen eine Rolle spielen. In der Energiewende hingegen herrscht Konsens, Strom weiterhin dorthin zu liefern, wo Bedarf besteht, und ihn im ganzen Lande zu vergleichbaren Preisen anzubieten. Die Konsequenz liegt auf der Hand: Entsprechend leistungsfähig müssen die Netzwerke ausfallen.

Diese Leistungsfähigkeit erfordert lange Leitungen und ausreichend Masten, aber auch andere Ansätze, darunter intelligente Informationssysteme (Smart Grids), die nicht nur Angebot und Nachfrage erfassen und Strom entsprechend verteilen. Sie sollen zusätzlich den Verbrauch steuern und z. B. besonders energieintensive Verfahren dann aktivieren, wenn überschüssige Energie vorhanden ist (Demand Lastmanagement). Damit können Wasch- und Spülmaschinen gemeint sein, die nachts oder an Wochenenden laufen; Kühlhäuser, die bei entsprechender Isolierung phasenweise ohne Strom auskommen können, aber auch Aluminiumhütten, die enorme Energiemengen benötigen und ihre Produktion hochfahren sollen, wenn diese reichlich zur Verfügung steht.

Im Kern geht es darum, ein Grundelement des bisherigen Energiesystems aufzuweichen. Dieses konzentriert sich darauf, die Energie überall dort bereitzustellen, wo sie benötigt wird. Diese Ausrichtung soll weiterhin gelten, aber durch Bemühungen ergänzt werden, die Nachfrage an das Angebot anzupassen. Diese Bemühungen erinnern an die vorindustrielle Welt, wo Anpassungen zwingend erforderlich waren und unfreiwillig geschahen. Heute hingegen verfügen wir über leistungsfähige Systeme, die vielfältige Möglichkeiten des Ausgleichs erlauben und den Bedarf an Speichern reduzieren, je besser es gelingt, die Nachfrage anzupassen. Hier sind der Fantasie keine Grenzen gesetzt, aber auch Schwierigkeiten zu überwinden, darunter Probleme des Datenschutzes. Denn eine Steuerung des Verbrauchs kann zu umfangreichen Datensammlungen führen und einen Eingriff in die Privatsphäre bedeuten.

Eine andere Möglichkeit besteht darin, regional, lokal oder in einzelnen Haushalten eine größere Selbstversorgung zu erreichen. Solaranlagen, Windturbinen oder Blockheizkraftwerke stehen in unterschiedlichsten Größen zur Verfügung und können auch kleine Mengen – etwa für den privaten Verbrauch – erzeugen. Damit ist eines der zentralen Merkmale der Energiewende angesprochen: die Dezentralisierung der Energieversorgung. Traditionell erfolgte diese durch große Kraftwerke, die mehr und mehr durch kleine Einheiten verdrängt werden, die teils nur einzelne Haushalte versorgen. Daneben entstehen größere Verbünde, wenn etwa große Flächen mit Solaranlagen bebaut oder auf dem offenen Meer riesige Windparks errichtet werden. Doch selbst diese Parks erreichen nicht die Größe konventioneller Kraftwerke. Die dezentrale Versorgung mit Energie wird deshalb zunehmen und erfordert es, unterschiedliche Möglichkeiten, erneuer-

bare Energien zu gewinnen, miteinander zu verbinden, um eine größere Versorgungssicherheit zu erreichen. Dazu zählen Wärmepumpen, Verfahren zur Kraft-Wärme-Kopplung, Biogasanlagen, Batteriespeicher usw., die in geringer und mittlerer Größe einen hohen Wirkungsgrad besitzen und eine dezentrale Versorgung erleichtern.

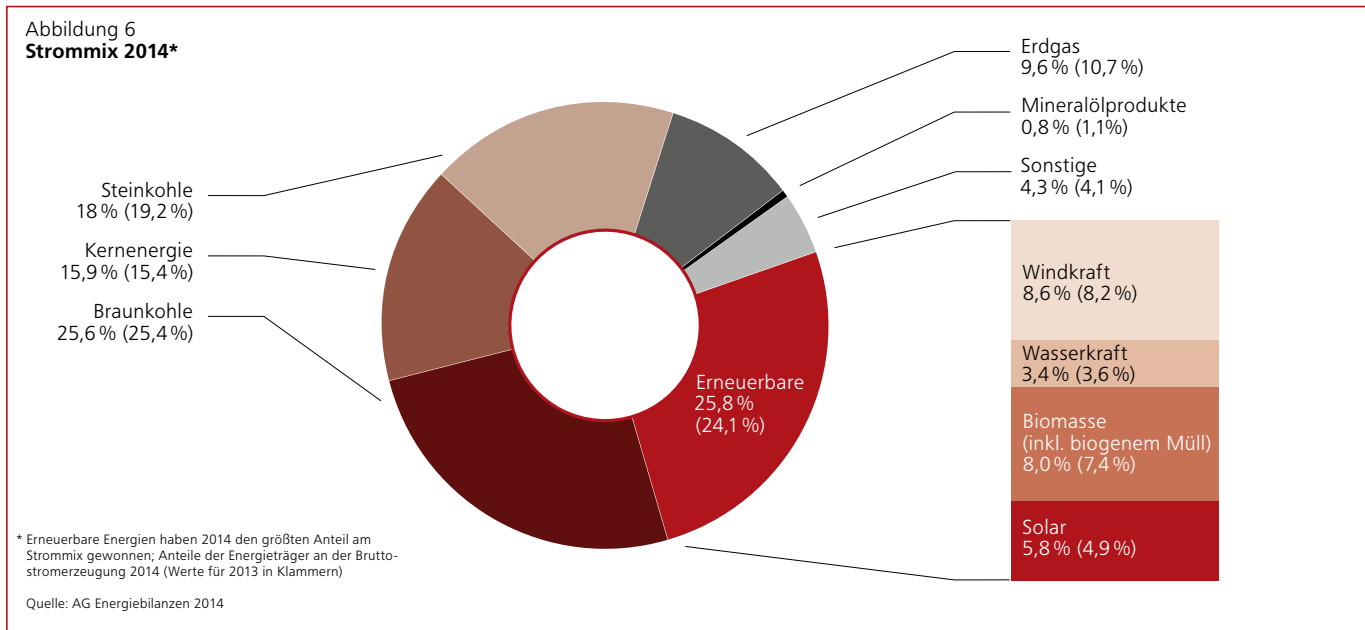
Diese Möglichkeiten werden bisher erst teilweise genutzt und eignen sich vor allem für kleine und mittlere Einheiten. In großen Städten hingegen und überall dort, wo Industrieanlagen und andere Verbraucher einen erheblichen Energiebedarf besitzen, werden große Netzwerke erforderlich bleiben, um die unvermeidlichen Schwankungen auszugleichen. Das gilt auch für die dezentralen Erzeuger. Selbst wenn sich diese sehr ausgeklügelten Systeme der Energieerzeugung und Speicherung etablieren, kann es phasenweise zu Engpässen kommen, zumal die technischen Möglichkeiten auf absehbare Zeit begrenzt wirksam sind und einige Kosten verursachen. Von Ausnahmen abgesehen, macht es deshalb wenig Sinn, dezentrale Versorgung und nationale oder auch europaweite Verbünde gegeneinander auszuspielen. Diese müssen sich vielmehr ergänzen, wobei es selbstverständlich zu Konflikten darüber kommen kann, wie groß der jeweilige Anteil ist. Doch eine dezentrale Versorgung, die sich von natürlichen Schwankungen so unabhängig macht und so zuverlässig die erforderliche Energie liefert, dass sie auf größere Netzverbünde verzichten kann, wird vorerst eine seltene und kostspielige Ausnahme bleiben.

Über die Notwendigkeit dieser Verbünde besteht deshalb Konsens, schon weil die ertragreichen Windturbinen vor allem in Norddeutschland anzutreffen sind, während im Süden Photovoltaikanlagen vorherrschen, deren Stromerzeugung weniger zuverlässig ist. Außerdem ballen sich hier die Kernkraftwerke, die nur noch bis 2022 in Betrieb bleiben dürfen. Da zudem die südlichen Bundesländer leistungsstarke Industrien mit einem großen Energiebedarf beherbergen, muss Strom dorthin transportiert werden. Doch in welchen Mengen? Wie groß müssen die Netzwerke und vor allem die Strommasten ausfallen, und wo genau sollen sie verlaufen? Nach Angaben der Bundesnetzagentur müssen in den kommenden Jahren rund 2.800 Kilometer neue Höchstspannungsleitungen gebaut und 2.900 Kilometer der vorhandenen erneuert werden. Zusätzlich ist es erforderlich, Verteilnetze in einer Größenordnung zwischen 135.000 und 193.000 Kilometern neu zu errichten und auf einer Länge von 21.000 bis zu 25.000 Kilometern umzubauen (Deutsche Energie-Agentur 2012: 7).

Diese Angaben werden kontrovers beurteilt und rufen breiten Protest hervor. Dieser beruht nicht nur auf dem Unwillen, Strommasten vor dem eigenen Haus zu haben, sondern auch auf der Schwierigkeit, den tatsächlichen Bedarf genau einzuschätzen. Dieser fällt geringer aus und erfordert weniger neue Leitungen, wenn dezentrale Erzeuger eine größere Bedeutung erlangen oder wenn Energie effizienter genutzt und deshalb weniger davon benötigt wird. Und schließlich ist auch unklar, welche Rolle fossile Energieträger, insbesondere Gas, auf Dauer spielen sollen.

### **Fossile Energieträger**

Die größte Veränderung hat die Energiewende bisher bei der Stromerzeugung gebracht, wo erneuerbare Energien



aktuell (2014) ein Viertel des benötigten Stroms liefern (vgl. Abbildung 6). Das heißt aber auch, dass fossile Energieträger weiterhin einen deutlich größeren Beitrag leisten. Bei der Stromerzeugung beträgt er nahezu 55 Prozent und soll in den kommenden Jahren zurückgehen, wenn Netzwerke ausgebaut werden, Angebot und Nachfrage besser abgestimmt sind und erneuerbare Energien generell an Bedeutung gewinnen. Doch auch wenn deren Anteil bis 2050 auf die erhofften 80 Prozent steigt, verbleibt eine Lücke, die bei günstiger Wetterlage geringer, bei ungünstiger aber auch deutlich höher ausfallen kann. Konventionelle Kraftwerke werden deshalb erforderlich bleiben, sowohl zur Grundversorgung wie vor allem als Reserve.

Konventionelle Kraftwerke sollten künftig möglichst mit Gas betrieben werden, das vergleichsweise wenig Schadstoffe freisetzt, allerdings höhere Kosten verursacht. Aktuell geht dessen Anteil deshalb zurück, und selbst sehr effiziente und umweltschonende Anlagen wie das Gaskraftwerk in Irsching sollen aus Kostengründen stillgelegt werden, sodass zur Grundversorgung Stein- und vor allem Braunkohle dienen. Deren Bedeutung wird auf absehbare Zeit hoch bleiben, auch als Ausgleich für die Kernkraftwerke, die in den kommenden Jahren in Süddeutschland vom Netz gehen. Wenn deshalb die neuen Stromtrassen errichtet werden, transportieren diese anfangs nicht nur Strom aus Windanlagen, sondern auch aus Braunkohle.

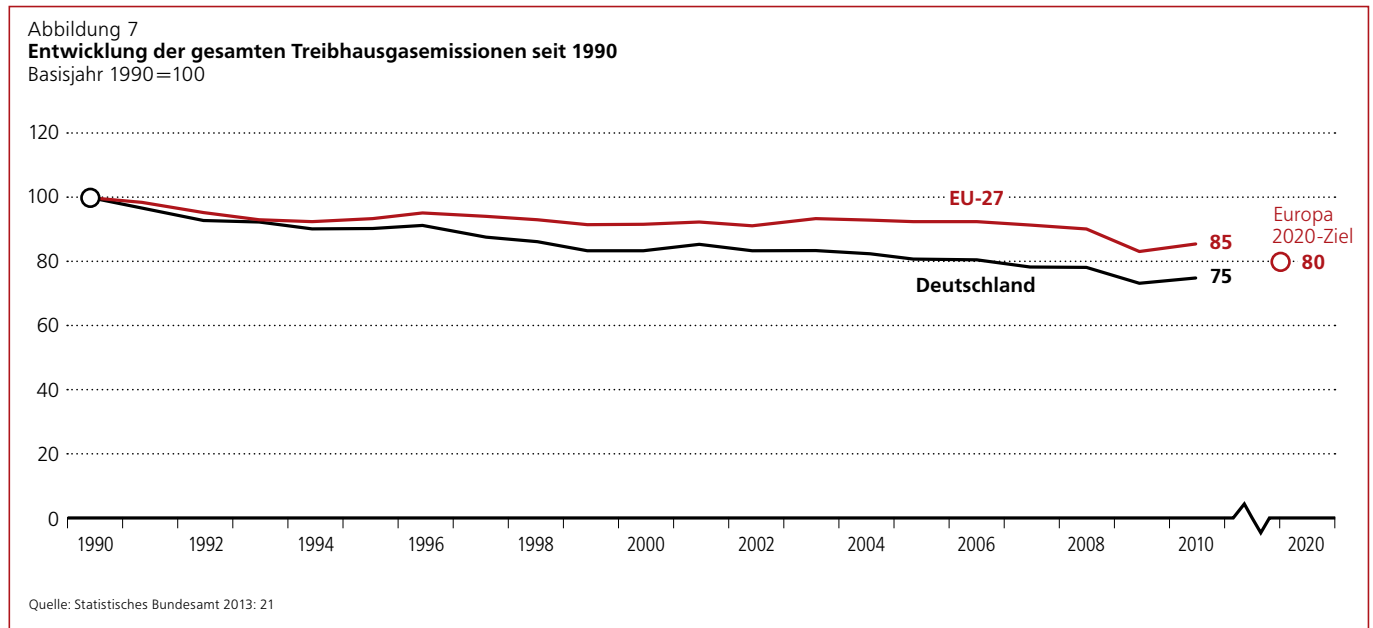
Eine noch größere Bedeutung werden fossile Energieträger auf absehbare Zeit im Verkehr und bei der Erzeugung von Wärme besitzen. Benzin als Kraftstoff und Öl oder Gas bei Heizungen lassen sich nur schwer ersetzen. Die Regierung fördert dazu zahlreiche Forschungsprojekte, die nach Möglichkeiten suchen, Strom in Wärme oder Gas umzuwandeln und dadurch fossile Energien zu ersetzen. Große Hoffnungen setzt sie auf Elektroautos, bei denen Strom Benzin ersetzt, und sie möchte eine bessere Dämmung von Häusern erreichen. In beiden Fällen entstehen jedoch erhebliche Kosten, sodass erst geringe Fortschritte zu verzeichnen sind. Damit ist die Kostenfrage angesprochen, die bisher noch nicht behandelt

wurde. Die Ausführungen in diesem Abschnitt stellten Lösungsmöglichkeiten vor, die technisch bereits machbar sind oder demnächst zur Verfügung stehen. Die Kostenfrage hingegen wurde ausgeklammert – wie auch in der Studie des Umweltbundesamtes, die es als möglich bezeichnet, bis 2050 sogar 100 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien zu erzeugen (Umweltbundesamt 2010). Diese Ausklammerung ist verständlich, wenn es darum geht, die Vielfalt der Lösungswege aufzuzeigen und zu betonen, dass deren Umsetzung prinzipiell möglich ist. Ob sie jedoch tatsächlich umgesetzt werden, hängt nur teilweise von grundsätzlichen Möglichkeiten ab. Zumindest genauso wichtig sind die anfallenden Kosten, wie die hitzigen Debatten zeigen, die der Anstieg des Strompreises in den letzten Jahren auslöste.

### 3.5 EUROPA

Die Energiewende erfordert eine europäische Zusammenarbeit, schon weil für den Klimaschutz nicht viel gewonnen ist, wenn lediglich ein Land weniger Energie verbraucht, die Treibhausgasemissionen senkt oder erneuerbare Energien ausbaut. Die anderen europäischen Staaten müssen diese Ziele ebenfalls verfolgen, um tatsächlich etwas zu bewirken. Zudem fällt es in einem europäischen Verbund leichter, die unvermeidbaren Schwankungen erneuerbarer Energien auszugleichen und Versorgungssicherheit zu erreichen. Und schließlich ist die Zusammenarbeit auch deshalb erforderlich, um die anfallenden Kosten fair zu verteilen. Wenn einzelne Staaten vortreten und ihrer Industrie wie den privaten Verbraucher\_innen höhere Kosten zumuten, entstehen über kurz oder lang erhebliche Konflikte.

Entsprechend beschlossen bereits 1997 die damals 15 Staaten der Europäischen Union, den Ausstoß von Treibhausgasen bis 2012 um acht Prozent gegenüber 1990 zu senken. 2009 verabschiedete die inzwischen größere EU den 20-20-20 Klimapakt. Dieser sieht vor, bis 2020 bei Emissionen (vgl. Abbildung 7) und Gesamtenergieverbrauch eine Senkung



um 20 Prozent und bei erneuerbaren Energien eine ebenso große Steigerung zu erreichen. Und aktuell (2015) schlug die Europäische Kommission eine Energieunion vor, die noch ehrgeizigere Ziele verfolgt. Sie soll die Abhängigkeit Europas von fossilen Brennstoffen erheblich mindern, die Versorgungssicherheit verbessern, ein „grünes“ Wirtschaftswachstum fördern und dem Klimaschutz dienen. Dazu möchte die Kommission größere Energieeffizienz erreichen, den Anteil erneuerbarer Energien steigern und CO<sub>2</sub>-Emissionen bis 2030 um wenigstens 40 Prozent reduzieren (Europäische Kommission 2015).

Um diese Ziele zu erreichen, soll ein Bündel von Maßnahmen greifen. Dazu zählen wirkungsvolle Rechtsvorschriften, eine Modernisierung des europäischen Energiemarktes, die Herstellung größerer Preis- und Kostentransparenz, die Errichtung der erforderlichen Infrastruktur, größere Energieeffizienz in Gebäuden und ein geringerer Verbrauch fossiler Brennstoffe im Verkehr. Auf diese Weise soll Europa nicht nur innerhalb der eigenen Grenzen die Situation verbessern, sondern auch weltweit eine Führungsrolle in Energiepolitik und Klimaschutz übernehmen. Diese Vorbildrolle prägte bereits die Beschlüsse von 1997 sowie den Klimapakt von 2008 und ist schon deshalb angemessen, weil Europa in der Industrialisierung weit fortgeschritten ist und größere Mengen an fossilen Energien verbraucht sowie mehr Emissionen freisetzt als ärmere Länder.

Allerdings gibt es auch in Europa vergleichsweise arme Länder. Bulgarien, Rumänien, die Slowakei und andere Staaten, die ökonomisch hinterherhinken, erhielten deshalb im Klimapakt das Recht, in den kommenden Jahren ihre Emissionen zu steigern, um das unbedingt erforderliche Wirtschaftswachstum zu erreichen. Im Gegenzug verpflichteten sich Länder wie Deutschland, Dänemark und Großbritannien zu besonders weitreichenden Zielen, um die für ganz Europa angestrebten Entwicklungen sicherzustellen. Damit besteht bereits ein gemeinsames Vorgehen in der Energie- und Klimapolitik, das die Energieunion noch ausbauen soll. Dabei muss sie jedoch mit Hindernissen rechnen. Denn tatsächlich existieren neben

aller Gemeinsamkeit auch erhebliche Unterschiede und Interessenkonflikte (Zachmann 2015).

Der wohl größte Konflikt besteht darin, dass die einzelnen Länder jenseits der grundsätzlichen Erklärungen an einer nationalen Energiepolitik festhalten. Das mag als überflüssiger Egoismus erscheinen, liegt tatsächlich aber darin begründet, dass bei ihnen sehr unterschiedliche Verhältnisse herrschen. So basiert in Polen die Stromversorgung zu mehr als 80 Prozent auf Steinkohle, deren Förderung zudem zahlreiche Arbeitsplätze sichert. In Frankreich wiederum ist der Beitrag von Kernkraftwerken besonders groß und wird mit dem Hinweis gerechtfertigt, dass diese bei der Erzeugung von Strom nahezu keine CO<sub>2</sub>-Emissionen freisetzen. Mit derselben Begründung soll in Großbritannien ein neues Kernkraftwerk entstehen, das die Regierung in London mit Billigung der EU-Kommission subventioniert. Diese Subvention war nach Presseberichten in der Kommission umstritten, und Österreich hat dagegen eine Klage angekündigt. Diese mag im konkreten Fall erfolgreich sein, wird aber wenig daran ändern, dass in der Energiepolitik auf absehbare Zeit erhebliche Unterschiede zwischen den Staaten der EU bestehen bleiben (Kurier 2015).

Dafür gibt es zahlreiche andere Beispiele. So möchte die EU-Kommission gemeinsame Gaseinkäufe vornehmen, die Polen sehr begrüßt, um eine größere Unabhängigkeit von russischen Lieferungen zu erreichen. Die Bundesregierung und die meisten anderen europäischen Staaten hingegen bevorzugen es, in dieser wichtigen Frage weiterhin eigenständig zu handeln und die oft seit Jahrzehnten bestehenden Beziehungen zu nutzen. Auch beim Ausbau erneuerbarer Energien bestehen Fallstricke. Wenn es nur um den Klimaschutz geht, sollten diese Energien dort erzeugt werden, wo die geringsten Kosten anfallen, um unnötige Ausgaben zu vermeiden. Entsprechend sollte das deutsche EEG auch für Solarstrom aus Süd- und Windenergie aus Nordeuropa gelten. Doch die Bereitschaft deutscher Stromverbraucher\_innen (und Politiker\_innen), dafür höhere Preise zu zahlen, dürfte sich in sehr engen Grenzen halten, zumal es bei der Förderung erneuerbarer Energien nicht nur um Klimaschutz, sondern

auch um Industrieförderung, Strukturpolitik und Arbeitsplätze in strukturschwachen Regionen geht.

Wie leicht nationale und europäische Aspekte in Konflikt zueinander geraten können, zeigte auch ein anderes Beispiel. In Deutschland sind energieintensive Betriebe von der EEG-Umlage weitgehend, teils auch ganz befreit. Die EU-Kommission sah darin einen Verstoß gegen das Wettbewerbsrecht, da diese Regelung eine Bevorzugung der befreiten Betriebe bedeute. Hierüber gab es heftige Auseinandersetzungen, die letztlich mit einem Kompromiss endeten. Dieser legt strengere Kriterien für diejenigen Betriebe fest, die weiterhin eine Befreiung erhalten, ließ diese Möglichkeit aber grundsätzlich bestehen. Unter einem bloß ökologischen Aspekt mag dieser Kompromiss enttäuschen. Doch auch in diesem Fall wäre es schwer zu vermitteln, dass in Deutschland große Summen für die Energiewende aufgebracht werden, zugleich aber Industriebetriebe ihre internationale Wettbewerbsfähigkeit dadurch verlieren, dass sie keine Befreiung von den höheren Kosten erhalten, die ihre ausländischen Konkurrenten ohnehin nicht zahlen müssen.

Inwieweit die ehrgeizigen Ziele der Energieunion erreicht werden und welche Befugnisse diese überhaupt erhält, bleibt deshalb abzuwarten. Dabei gibt es Gemeinsamkeiten, die bereits bestehen. Dazu zählt vor allem der Verbund europäischer Stromnetze, der seit Längerem dazu beiträgt, Schwankungen und Engpässe in der Versorgung auszugleichen. Mit dem Ausbau erneuerbarer Energien wird dieser Ausgleich noch wichtiger, und eines der wichtigen Ziele der Energieunion besteht darin, bis 2020 beim Strom mindestens zehn Prozent „der vorhandenen Erzeugungskapazitäten der Mitgliedsstaaten in Verbände zu integrieren“ (Europäische Kommission 2015: 9). Bis 2030 ist sogar ein Zielwert von 15 Prozent angestrebt, der es deutlich erleichtern würde, Strom aus Wasserkraftwerken in den Alpen oder aus Nordeuropa als Reserve zu nutzen oder Solarstrom aus Südeuropa auf dem ganzen Kontinent zur Verfügung zu stellen.

Die Voraussetzungen für dieses Vorhaben sind gut, denn es gibt bereits funktionierende Verbundsysteme, von denen das größte die Staaten Kontinentaleuropas von Spanien im Westen bis Ungarn im Osten und Griechenland im Süden bis Dänemark im Norden umfasst. Zusätzlich gibt es je eigene Systeme für das Vereinte Königreich, Irland, die baltischen Staaten und die skandinavischen Länder. Deren Zusammenschluss wird in den kommenden Jahren enger werden. Die dafür und für den generellen Ausbau der europäischen Stromnetze erforderlichen Summen schätzt die EU-Kommission auf 200 Milliarden Euro pro Jahr. Private Anleger\_innen sind zu diesen Investitionen bereit, da sie eine sichere Rendite versprechen. Zusätzlich möchte die EU-Kommission den Ausbau durch ihre Struktur- und Investitionsfonds unterstützen, sodass der angestrebte europaweite Verbund eine realistische Zielsetzung bedeutet und die Energiewende erleichtert.

### 3.6 WIRTSCHAFTLICHKEIT

Zu Beginn der Energiewende stand eine Verheißung. „Die Sonne“, so 1994 Franz Alt, „schickt uns keine Rechnung“. Auch heute ist immer wieder das Argument zu hören, dass Sonne und Wind Energie kostenlos zur Verfügung stellen.

Diese Aussage ist streng genommen sogar zutreffend, denn sie selbst schicken keine Rechnungen. Wenn wir jedoch versuchen, mit ihrer Hilfe Energie zu erzeugen, diese zu transportieren, zu nutzen oder zu speichern, entstehen mehr oder minder große Kosten.

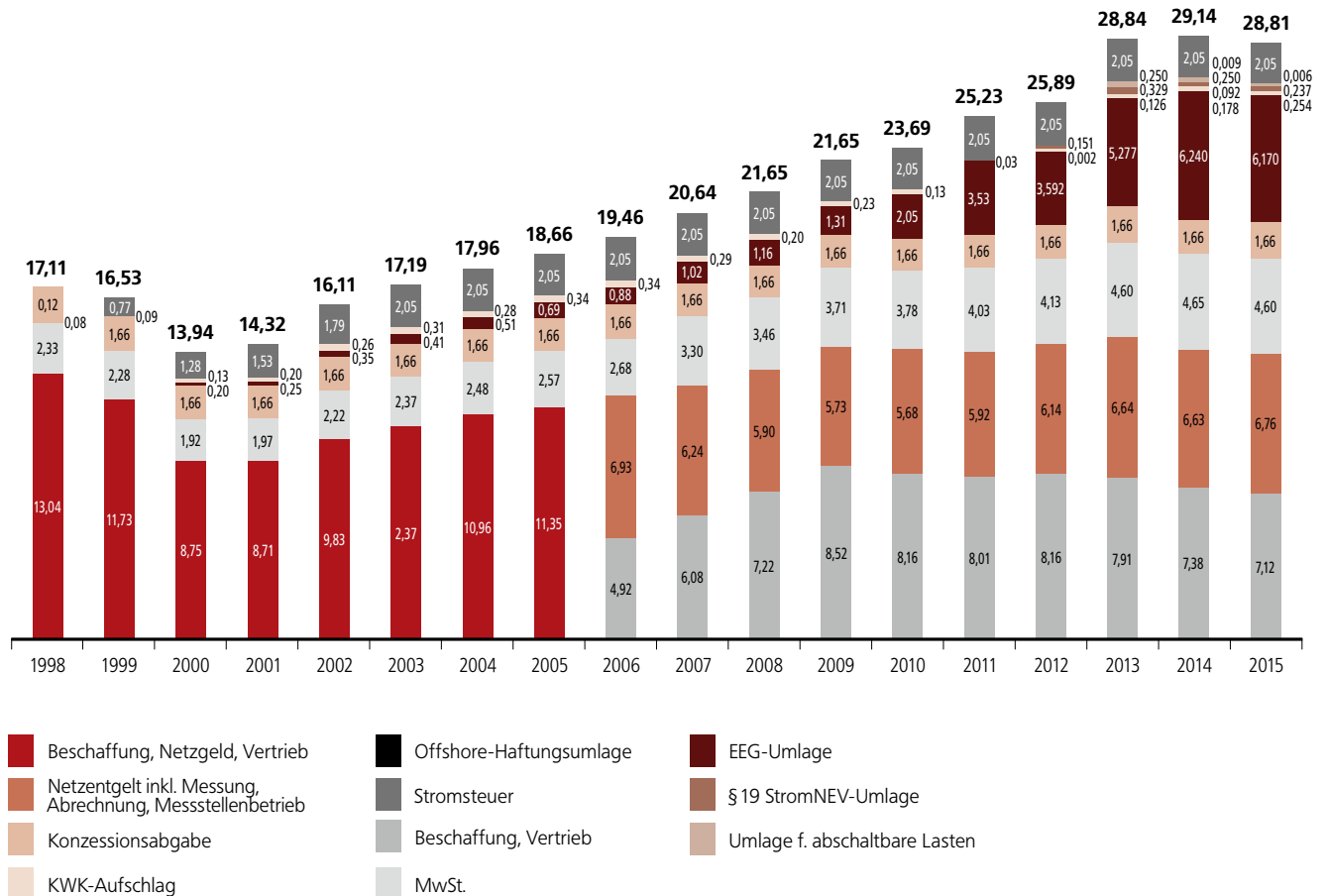
Bei Wasserkraft oder der Verfeuerung von Holz und Abfällen sind die Kosten vergleichsweise gering, sodass diese erneuerbaren Energiequellen wirtschaftlich konkurrenzfähig sind, seit Jahrzehnten genutzt werden und keine oder nur geringe finanzielle Unterstützung erhalten. Bei den meisten anderen erneuerbaren Energien hingegen sieht es anders aus. Hier war seit Beginn der Energiewende klar, dass sie zumindest eine Zeit lang teurer sein würden als „normaler“ Strom. Das Erneuerbare-Energien-Gesetz garantierte ihnen deshalb Festpreise, die über dem Marktpreis lagen und noch liegen und für 20 Jahre gelten. Zusätzlich etablierte es für ebenfalls 20 Jahre eine Abnahmegarantie, sodass erneuerbare Energien sich rechnet und einen Aufschwung erlebten, der die Erwartungen weit übertraf.

Das gilt allerdings auch für den Anstieg der Kosten, die bei Verabschiedung des EEG im Jahr 2000 Zuschüsse von etwa 1 Milliarde Euro erforderten. Danach stiegen sie an, betragen inzwischen fast 24 Milliarden und belasten einen Drei-Personen-Haushalt jährlich mit etwa 270 Euro, wozu nicht nur die EEG-Umlage, sondern auch die anderen Zuschläge für erneuerbare Energien beitragen (BDEW 2014a: 6). Auch diese Belastung ist eine Folge des EEG, das zur Finanzierung der zusätzlichen Kosten eine Umlage auf den Stromverbrauch einführt (vgl. Abbildung 8). Vereinzelt wird deshalb bestritten, dass es sich hierbei um Subventionen handelt, und zudem darauf verwiesen, dass der Staat keinen Cent zahle. Das ist eine technisch korrekte, aber etwas spitzfindige Argumentation, die durch die Behauptung, hier betrüge der Staat seine Bürger\_innen, geradezu absurd wird. Er ziehe sich, so Claudia Kemfert, aus der Verantwortung, da er Abgaben auf den Stromkunden abwälze, die vorher aus der Staatskasse bezahlt wurden (Kemfert 2013: 77). Doch der Staat füllt die Staatskasse nicht durch Lottogewinne, sondern kann nur die Gelder ausgeben, die er durch Steuern oder auf anderem Wege von seinen Bürger\_innen erhält. Ob eine Finanzierung deshalb durch Steuern, eine Umlage auf den Stromverbrauch oder durch Emissionszertifikate erfolgt, macht keinen großen Unterschied. Letztlich führt kein Weg daran vorbei, dass die damit verbundenen Kosten Steuerzahler\_innen und/oder Verbraucher\_innen belasten.

Ebenfalls zutreffend ist der Hinweis, dass Kohle und Atomenergie ihrerseits erhebliche Subventionen erhalten haben und noch erhalten. Doch Kohle war und ist für die Stromerzeugung zu wettbewerbsfähigen Preisen auf dem Weltmarkt erhältlich und die Subventionen dienen (und dienen bis 2018) dazu, die Kohleförderung und damit Arbeitsplätze in Deutschland zu sichern. Bei der Kernenergie wiederum ist der Hinweis auf Subventionen ein zweischneidiges Argument und warnt vor deren Einsatz. Denn hier haben staatliche Zahlungen eine Entwicklung ermöglicht, die sonst nicht stattgefunden hätte und deren Folgen wir jetzt mit hohen Kosten ausbaden müssen (FÖS 2010b).

Doch auch jenseits derart politisch aufgeladener Argumente fällt es schwer, die Kosten der Energiewende zutreffend zu benennen und sie vor allem zu bewerten. Denn es greift zu

Abbildung 8  
Entwicklung der Strompreise für Haushalte, 1998–2015



Quelle: BDEW 2015: 48

kurz, unter Kosten lediglich die Preise von Strom, Heizung oder Benzin zu verstehen. Zumindest genauso wichtig sind externe Kosten, d. h. Folgen für Umwelt und Klima, die bei fossilen und erneuerbaren Energien sehr unterschiedlich ausfallen.

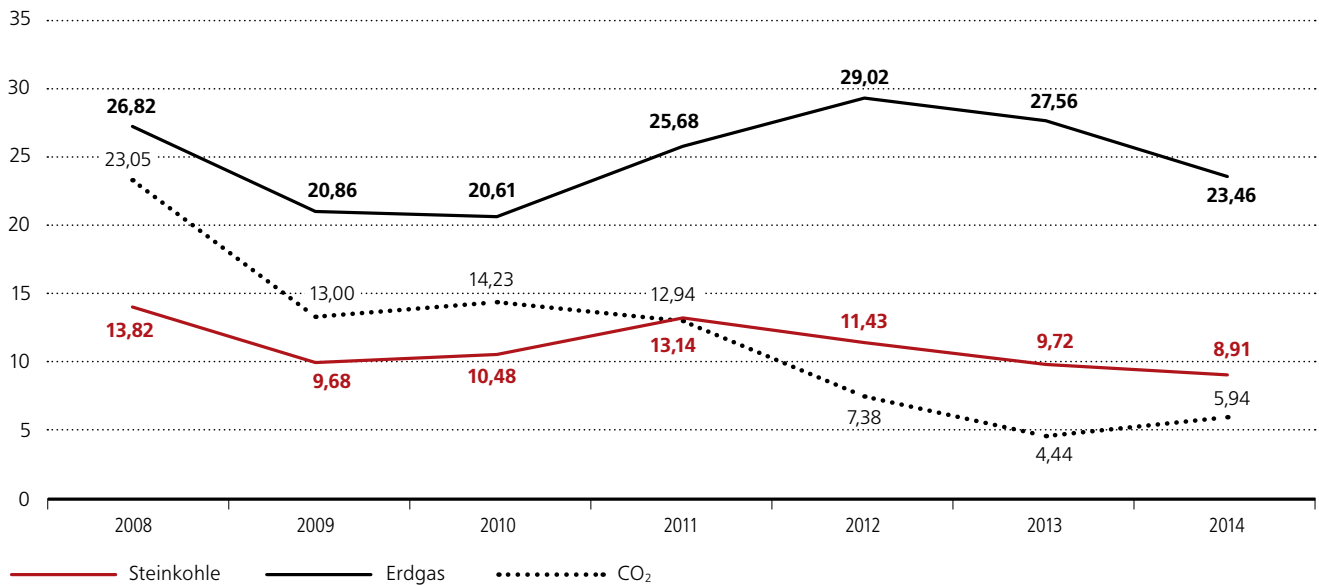
### 3.6.1 EXTERNE KOSTEN

Fossile Energieträger setzen von ihrer Förderung bis zur Verwendung nicht nur CO<sub>2</sub>, sondern auch zahlreiche andere Schadstoffe frei. Dies rufen die unterschiedlichste Erkrankungen hervor, bedeuten weitreichende Eingriffe in die Umwelt und verursachen erhebliche Kosten, die als „extern“ bezeichnet werden, da sie nicht bei den Erzeugern anfallen, sondern nach außen verlagert werden. Entsprechend tauchen sie in den Preisen für Benzin, Kohle oder Strom nicht auf, sondern müssen durch eigene Berechnungen erfasst werden. Eine Studie des Umweltbundesamtes (UBA) beziffert „die externen Kosten der Stromerzeugung aus Stein- und Braunkohle in der Größenordnung von 6 bis 8 Cent“ pro Kilowattstunde. Besonders große Schäden verursachen Braun- und Steinkohle, wo die externen Kosten mit 8,7 bzw. 6,8 Cent angegeben werden, während sie beim vergleichsweise sauberen Erdgas mit 3,9 Cent der Studie zufolge deutlich geringer ausfallen (UBA 2007: 76, 82).

Selbst bei erneuerbaren Energien entstehen externe Kosten, sei es bei ihrer Produktion, dem Transport, der Installation oder der Entsorgung veralteter Solaranlagen und Dämmstoffe. Sie liegen jedoch deutlich niedriger als bei fossilen Brennstoffen, insbesondere ihr Beitrag zur globalen Erwärmung fällt sehr gering aus. Die Studie des UBA nennt einen Betrag von unter 1 Cent pro Kilowattstunde. Um die tatsächlichen Kosten der Stromerzeugung und -nutzung zu erfassen, müssten diese externen Auswirkungen auf den Strompreis aufgeschlagen werden, wodurch erneuerbare Energien konkurrenzfähiger würden und geringere Zuschüsse benötigen. Allerdings besitzen auch Kernkraftwerke eine relativ gute CO<sub>2</sub>-Bilanz, und es gibt Umweltschützer\_innen, die sich deshalb dafür einsetzen. Zudem produzieren sie Strom besonders preiswert. Doch das gilt nur bei einer betriebswirtschaftlichen Kalkulation. Tatsächlich verursachen gerade Kernkraftwerke erhebliche externe Kosten, wie die aktuellen Debatten über teure Endlager, den kostspieligen Abriss alter Anlagen oder mögliche Unglücke zeigen (FÖS 2010b).

Der Hinweis auf die externen Kosten ist wichtig, und bei einer Abschätzung der tatsächlichen Kosten müssten diese berücksichtigt werden. In der Praxis aber fällt das schwer, trotz der vorliegenden Studien. Denn diese müssen sich auf Schätzungen stützen, und es liegt auf der Hand, dass die Wahrscheinlichkeit und Höhe von Schäden sehr unterschied-

Abbildung 9  
**Schere zwischen Kohle-, Gas- und CO<sub>2</sub>-Preisen, 2008–2014\***  
 Grenzübergangskosten in Euro/MWh und Zertifikatspreise in Euro/t CO<sub>2</sub>



Quelle: AGORA Energiewende 2015

\* Die Schere zwischen Kohle- und Gaspreis hat sich seit 2010 weit geöffnet und erst 2014 wieder ein wenig geschlossen. Die CO<sub>2</sub>-Preise verharren auf niedrigem Niveau.

lich eingeschätzt und bewertet werden. Hinzu kommt ein anderes, nicht unbedingt kleineres Problem: Es muss einen internationalen Konsens geben, diese Kosten bei der Festsetzung von Energiepreisen zu berücksichtigen. Einzelne Länder können hier eine Vorreiterrolle einnehmen. Doch dann würden bei ihnen höhere Energiepreise gelten und private Verbraucher sowie die Wirtschaft belasten. Erforderlich ist deshalb eine europäische Regelung, die in Form der Emissionszertifikate bereits existiert. Deren Grundidee ist bestechend einfach. Wer immer CO<sub>2</sub> freisetzt, muss dafür Emissionsrechte kaufen. Deren Preis soll nach und nach steigen, sodass „schmutzige“ Energieträger zunehmend teurer werden und auf dem Markt nicht mehr bestehen können.

Soweit die Absicht, die bisher jedoch nicht aufging. Denn die Preise sind nicht gestiegen, sondern auf ein so niedriges Niveau gefallen, dass Zertifikate nahezu bedeutungslos sind (vgl. Abbildung 9). Der wichtigste Grund dafür ist die globale Wirtschaftskrise, die 2008 einsetzte und zu einem Rückgang der industriellen Produktion führte. Als Folge sanken die Emissionen und damit auch der Preis für Zertifikate auf ein so niedriges Niveau, dass sie aktuell (2013) mit 5 Euro pro Tonne Kohlendioxid keinen Anreiz mehr setzen. Dazu trug auch bei, dass anfangs kostenlose Zertifikate großzügig an die Industrie verteilt wurden, um diese nicht zu belasten. Um hier endlich die erhoffte Wirkung zu erzielen, wären Preise von zumindest 60 Euro erforderlich. Doch das ist leichter gesagt als getan, denn die höheren Preise müssen Politiker\_innen festsetzen, die unter erheblichem Druck ihrer Wirtschaft und zahlreicher Wähler\_innen stehen, die sich um Absatz und Arbeitsplätze sorgen. Wahrscheinlicher ist deshalb ein allmählicher Anstieg, sodass externe Kosten bzw. Umweltschäden bei den Strompreisen auf absehbare Zeit keine größere Bedeutung haben werden.

Das bedeutet für die Energiewende eine Belastung. Denn ihre Bemühungen, die Umwelt zu schonen, verursachen zusätzliche Ausgaben, die sich – im Gegensatz zu den externen Kosten – unmittelbar auf die Strompreise niederschlagen und diese erhöhen. Diese Konsequenz war bei Verabschiedung des EEG bekannt, allerdings mit der Annahme verbunden, dass die Kosten zunehmend geringer und bald keine Rolle mehr spielen würden.

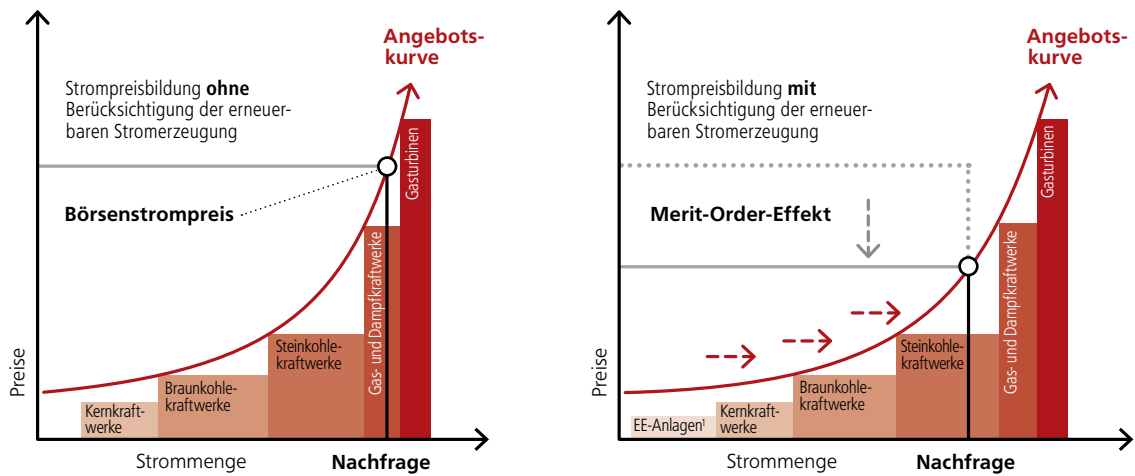
### 3.6.2 EEG-UMLAGE UND MARKTPREIS

Als bei der Verabschiedung des EEG im Jahr 2000 Garantiepreise festgelegt wurden, galten diese als vorübergehende Regelung. Sie sollten als Anschubfinanzierung dienen und bei erneuerbaren Energien zu höherer Nachfrage, vermehrter Forschung und geringeren Herstellungskosten führen. Da zugleich die Annahme bestand, dass die Preise für Öl, Kohle und Gas weltweit anstiegen, war zu erwarten, dass die erneuerbaren Energien erst konkurrenzfähig und dann sogar preiswerter würden. Diese Annahme ging nur teilweise auf. Bei Windturbinen, Biomasseanlagen oder Solarpanelen kam es zu technischen Fortschritten, größerer Effizienz und sinkenden Herstellungskosten, besonders dramatisch bei Photovoltaikanlagen. Der damit erzeugte Strom war anfangs so teuer, dass der Garantiepreis bis auf 57,4 Cent pro Kilowattstunde anstieg. Jetzt hingegen (Juni 2015) beträgt er bei kleinen Anlagen lediglich 12,4 Cent und bei größeren nur noch 8,59 Cent. Doch parallel dazu gingen – entgegen aller Annahmen – auch die Preise für fossile Energien zurück.

Dieser Preisrückgang ist eine globale Entwicklung, deren Dauer schwer abzuschätzen ist. Irgendwann werden die Energiepreise wieder steigen, doch aktuell führt ihr niedriger Stand dazu, dass die Differenz zwischen Garantie- und Markt-



Abbildung 10  
Schematische Darstellung des Merit-Order-Effekts



Anmerkung: Durch die EE-Anlagen verschiebt sich die Angebotskurve im rechten Bild nach rechts. Bei gleichbleibender Nachfrage führt dies zu einem geringeren Börsenstrompreis. Die Preisdifferenz entspricht dem Merit-Order-Effekt.

<sup>1</sup> Strom aus fluktuierenden erneuerbaren Energien (PV, Wind): Grenzkosten = 0

Quelle: BMWi 2014b: 33

preis (Differenzkosten) unerwartet groß ist und zusätzliche Ausgaben verursacht. Dazu trägt in Deutschland allerdings auch bei, dass erneuerbare Energien sich so rasch ausbreiteten und durch ihr schiereres Wachstum ebenfalls den Strompreis drückten. Denn die Garantiepriese waren mit Abnahmegarantien verbunden und boten so günstige Bedingungen, dass mehr und mehr Strom produziert wurde und an die Börse in Leipzig gelangte, wo der gesamte Strom, sei es aus erneuerbaren oder fossilen Quellen, gehandelt wird. Diese Börse besteht seit 2000, als der Stromhandel in Europa liberalisiert wurde, um mehr Konkurrenz zu schaffen. Dieses Ziel wurde erreicht. Der Börsenpreis stieg anfangs an, sank dann aber auf inzwischen nur noch 4,2 Cent (Dezember 2014), weil die Wirtschaftskrise zu geringerer Nachfrage führte und parallel dazu das Angebot zunahm. Bei denjenigen, die Strom aus erneuerbaren Energien erzeugen, verursacht diese Entwicklung keine Probleme, denn sie erhalten die auf 20 Jahre garantierten Preise. Da allerdings die Differenz zwischen Garantie- und dem an der Börse gezahlten Marktpreis anstieg, wurden unerwartet hohe Zuschüsse erforderlich, die auf die Strompreise umgelegt wurden und diese ansteigen ließen.

Zu dem Überangebot trugen auch die Stein- und Braunkohlekraftwerke bei, die einen kontinuierlichen Betrieb erfordern, um Strom preiswert zu produzieren. Auf das schwankende Angebot können sie nur langsam reagieren und ihre Leistung nur begrenzt zurückfahren. Einfacher ist das bei Gaskraftwerken, die zudem den Vorteil bieten, dass sie relativ wenig CO<sub>2</sub> freisetzen. Doch hier greift der sogenannte Merit-Order-Effekt (vgl. Abbildung 10). Wenn an der Strombörse die Preise sinken, werden nach und nach die Kraftwerke abgeschaltet, deren Entstehungskosten über den Börsenpreisen liegen. Zuerst betroffen sind Gaskraftwerke, die Strom relativ

teuer erzeugen, sodass sie an Bedeutung verloren. Ein markantes Beispiel ist die erwähnte Anlage in Irsching, eine der modernsten und effizientesten in Europa. Hier haben im vergangenen Jahr zwei Blöcke keinerlei Strom für den Markt produziert, sondern wurden nur kurzzeitig in Betrieb genommen, um Versorgungsengpässe auszugleichen. Dafür erhielten sie einen Ausgleich, doch die entsprechenden Verträge laufen aus, und die Betreiber haben angekündigt, die beiden Blöcke zu schließen.

Nutznießer dieser Entwicklung sind Kraftwerke, die Stein- und insbesondere Braunkohle einsetzen, die nur geringe Betriebskosten verursachen und deshalb in den letzten Jahren einen Aufschwung erlebten. Zugleich entstehen bei der Verbrennung von Braunkohle erhebliche Mengen an Treibhausgasen, was ein zentrales Ziel der Energiewende gefährdet. Die Grünen-Chefin Simone Peter spricht sogar von einem grandiosen Scheitern und wird dabei von Greenpeace und anderen Umweltgruppen unterstützt: „Es ist ein Armutszeugnis, dass ausgerechnet CO<sub>2</sub>-arme Technologien hier an die wirtschaftlichen Grenzen kommen, während alte Kohlekraft-Klimakiller weiter am Netz bleiben“ (Tagesschau 2015).

Diese Aussage ist nicht falsch, doch zugleich macht Peter es sich etwas einfach. Denn hier handelt es sich um eine der (ungewollten) Folgen des EEG, zu der die Grünen in ihrer Regierungszeit selbst entscheidend beigetragen haben. Das auf ihr Drängen verabschiedete Gesetz sollte die Startchancen der erneuerbaren Energien verbessern, konzentrierte sich auf deren Erzeugung und war sehr erfolgreich. In gewissem Sinne war es zu erfolgreich, denn die dadurch erzeugte Strommenge stieg so rasch, dass die Preise fielen, Gaskraftwerke an Bedeutung verloren und zunehmend Stein- sowie Braunkohle verfeuert wurden bzw. werden. Diese Entwicklung

war nicht gewollt, zugleich aber schwer zu beeinflussen, schon weil die Kraftwerke langjährige Betriebsgenehmigungen besitzen, die nicht einfach widerrufen werden können. Zudem wurden sie – daran sei erinnert – noch bis vor wenigen Jahren im allgemeinen Konsens errichtet, um von Öl und Kernenergie unabhängig zu werden.

Auch der schnelle Anstieg der Kosten kam überraschend und war ebenfalls schwer zu steuern. Jahr für Jahr setzen die zuständigen Fachleute neue Garantiepreise für die verschiedenen erneuerbaren Energien fest, ohne sicher abschätzen zu können, wie sich die Kosten für Windturbinen, Solaranlagen oder Biomassekraftwerke tatsächlich entwickeln. Entsprechend kann es zu Fehlentwicklungen kommen, darunter der Boom der Photovoltaikanlagen. Als die Kosten für deren Installation deutlich rascher fielen als die Garantiepreise, entstanden ungewöhnlich gute Verdienstmöglichkeiten. Zwischen 2009 und 2012 wurde deshalb Jahr für Jahr eine zusätzliche Leistung von 7,5 Gigawatt installiert, sodass der Anteil dieser Anlagen rasch anstieg. Noch schneller allerdings wuchsen die dafür gezahlten Zuschüsse, die 2014 fast 49 Prozent der Gesamtsumme betrugten, während diese Anlagen wegen ihrer geringen Auslastung lediglich 25,1 Prozent des Stroms aus erneuerbaren Energien erzeugen (BDEW 2014: 69).

Da diese Zuschüsse auch bei anderen erneuerbaren Energien anstiegen, erfuhr das EEG 2014 wichtige Veränderungen („EEG 2.0“), um die weitere Entwicklung besser zu steuern und einen zu raschen Anstieg der Kosten zu verhindern. Dazu senkte es die Fördersätze für die einzelnen erneuerbaren Energien, begrenzte deren Mengenzuwachs und legte Ausbauziele für die kommenden Jahre fest. Im Einzelnen sind die Regelungen überaus kompliziert und nur für Expert\_innen zu verstehen, die inzwischen nahezu 4.000 Vergütungen beachten müssen. Auch besteht eine gewisse Flexibilität, wenn etwa bestehende Windräder durch neue, leistungsfähigere ausgetauscht werden können (Repowering). Die Zielsetzung jedenfalls ist eindeutig. Die neuen Regelungen sollen die Bezahlbarkeit wie auch Versorgungssicherheit gewährleisten.

Allerdings erfassen sie nur einen Teil der Kosten, die in den kommenden Jahren anfallen, um bessere Speichermöglichkeiten zu schaffen, die Netzwerke auszubauen oder Kraftwerke auf Reserve zu halten. So werden allein die Kosten für den Ausbau der Stromnetze auf zwischen 27,5 und 42,5 Milliarden Euro (Monopolkommission 2013: 121) geschätzt, während sie bei Speichern, intelligenten Stromzählern usw. schwer zu beziffern sind, aber nicht unerheblich ausfallen werden. Um sie gering zu halten, werden auch grundlegende Änderungen der Förderung diskutiert. Diese beruht seit Verabschiedung des EEG wesentlich auf Preis- und Abnahmegarantien, die Investitionssicherheit bieten.

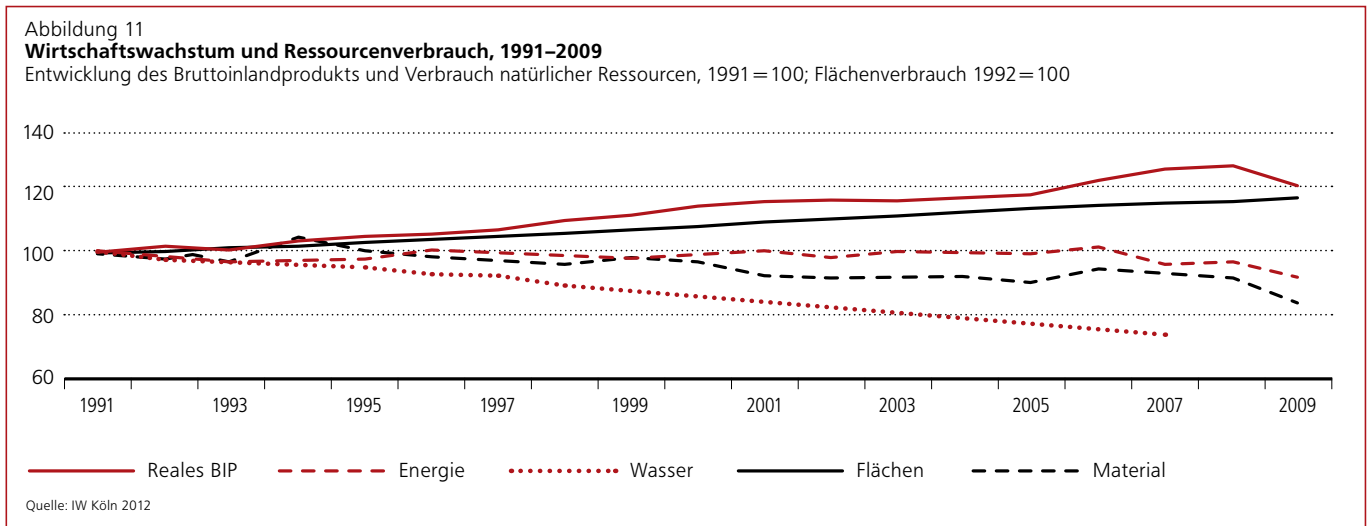
Diese Garantien gelten nicht nur für Windturbinen, Biomasseanlagen oder Solarpaneele und damit für die Erzeugung erneuerbarer Energien, sondern auch für die umfassende Infrastruktur, die für deren Transport, Nutzung oder Speicherung erforderlich ist. So erhalten die Netzbetreiber ebenfalls feste Zusagen, während die Anwohner\_innen von Strommasten an den Einnahmen der Netze beteiligt werden sollen. Die damit verbundenen Renditen mögen nicht besonders hoch sein, bieten aber sichere Einnahmen und sind attraktiv, zumal

derzeit andere Anlageformen kaum Zinsen erbringen. Vergleichbare Regelungen fordern inzwischen auch Kraftwerksbetreiber, die Betriebe als Reserve halten sollen, die Erbauer von Pumpspeicherwerken und zahlreiche andere, die ebenfalls dazu beitragen sollen, Schwankungen auszugleichen und die Versorgungssicherheit zu erhöhen. In diesem Kontext kann die angedrohte Schließung des Kraftwerks in Irsching auch als ein Versuch gesehen werden, eine Subvention für den weiteren Betrieb zu erhalten.

Die Garantiepreise haben den genannten Erfolg gehabt, aber auch zu Fehlentwicklungen, unnötigen Ausgaben und nicht zuletzt zur Erwartungshaltung geführt, ebenfalls gesicherte Einnahmen zu erhalten. Deshalb gibt es Überlegungen, in der Energiewende verstärkt Marktelemente und Konkurrenz einzuführen. Eine Möglichkeit bestünde darin, denjenigen eine Prämie zu zahlen, die den Ausstoß von CO<sub>2</sub> um eine festgelegte Menge reduzieren oder eine bestimmte Strommenge durch erneuerbare Energien erzeugen. Wer immer den günstigsten Preis anbietet, bekommt den Zuschlag und entscheidet selbst, wie er das Ziel erreicht, durch Solaranlagen, Windturbinen, Energiesparen oder andere Verfahren. Wie bei den Emissionszertifikaten klingt diese Überlegung bestechend. Doch die bisherigen Erfahrungen sind nicht eindeutig, sodass weitere Anläufe und Diskussionen zu erwarten sind, zumal jede Änderung an bestehenden Strukturen und Interessen rüttelt.

Viel diskutiert wird auch die Frage, ob Industriebetriebe angemessen an den Kosten für erneuerbare Energien beteiligt werden. Damit ist nicht die Industrie insgesamt gemeint, da 2014 etwa 96 Prozent ihrer Unternehmen ebenso die volle EEG-Umlage bezahlten wie alle Betriebe in den Bereichen Gewerbe, Handel und Dienstleistungen. Strittig sind vielmehr die ungefähr 2.000 Industriebetriebe, die unterschiedlich stark von den Umlagen des EEG befreit sind und deshalb die Kosten der Energiewende nur teilweise oder gar nicht mittragen. Das erscheint „ungerecht“, zumal die Kriterien für deren Auswahl nicht immer überzeugen. Der oft genannte Golfplatz, der eine Befreiung erhielt, ist allerdings ein Mythos. Es gibt jedoch Betriebe, die diese Vergünstigung erhalten, ohne dass die Gründe überzeugen. Insgesamt allerdings wurden vor allem solche Unternehmen von der Umlage befreit, die für ihre Wettbewerbsfähigkeit auf preiswerte Energie angewiesen sind. Dazu gehören Aluminiumhütten, die enorme Mengen an Strom verbrauchen, aber auch Nahverkehrsbetriebe, die preiswerten Strom für Straßen- und U-Bahnen benötigen, oder der Wetterdienst, der stromintensive Rechner einsetzt.

Die Zahl dieser Betriebe ist gering, doch sie verbrauchen ca. 20 Prozent des Stroms, sodass ihre Vergünstigung einen Betrag von etwa 4 Milliarden Euro ausmacht. Wenn diese Vergünstigung entfällt, würde die EEG-Umlage von 24 auf 20 Milliarden Euro sinken, was allerdings neue Probleme verursacht. Denn die Unternehmen, die auf preiswerten Strom angewiesen sind, müssten auf andere Weise entlastet werden. Oder sie müssen höhere Einnahmen erzielen – etwa durch gestiegene Fahrpreise. Dieses Dilemma hatte schon die rot-grüne Bundesregierung gesehen und deshalb 2003 die Möglichkeit der Befreiung und damit der Umverteilung der Kosten als „besondere Ausgleichsregelung“ eingeführt. Hier sind Korrekturen möglich, die Zahl der begünstigten Betriebe



kann gesenkt werden. Doch die Einsparmöglichkeiten dürften sich in Grenzen halten, um die besonders stromintensiven Unternehmen nicht zu sehr zu belasten.

Allerdings profitieren diese von den sinkenden Strompreisen, wie auch all diejenigen, die ihren Strom an der Börse oder direkt von den Energieunternehmen kaufen. In begrenztem Umfang können dies auch Privathaushalte, wenn sie ihren Anbieter wechseln. Bei ihnen sind die Einsparmöglichkeiten jedoch begrenzt, während Unternehmen, die eine genügend große Nachfrage besitzen, bei ihren Lieferanten den seit einiger Zeit sinkenden Börsenpreis durchsetzen können. In der Wirtschaft gibt es deshalb auch Betriebe, die von den sinkenden Strompreisen profitieren. Grundsätzlich wäre es denkbar, einen Teil dieser Gewinne abzuschöpfen und dazu eigene Steuern oder Sonderabgaben einzuführen. Doch das erfordert einen hohen Aufwand, würde das ohnehin komplexe Gebilde der Energiewende noch komplizierter machen und dürfte keine Realisierungschance haben.

Ebenso schwierig ist es, etwas an der Umverteilung zu ändern, die zwischen den Bundesländern stattfindet. Diese profitieren sehr unterschiedlich von der Energiewende, da Windturbinen, Biomasse- und Solaranlagen und andere Installationen ungleich verteilt sind. Schleswig-Holstein, Mecklenburg-Vorpommern und die nördlichen Regionen produzieren besonders große Mengen an erneuerbaren Energien, erzielen einen Überschuss und gewinnen auch dadurch, dass der Bau und die Errichtung von Windturbinen Arbeitsplätze schaffen. Da diese Gebiete wirtschaftlich schwierige Zeiten erleben, wirken die erneuerbaren Energien wie ein Wirtschaftsförderungsprogramm, das auch andernorts Arbeitsplätze schafft. Deren Zahl wird für 2012 auf fast 400.000 beziffert, ist allerdings mit einer gewissen Vorsicht zu genießen. Denn durch die Energiewende entfallen auch Stellen, etwa in konventionellen Kraftwerken. Zudem wäre zu prüfen, ob die dafür verwendeten Gelder nicht an anderer Stelle fehlen und hier ebenfalls Arbeitsplätze schaffen könnten.

Unter den Bundesländern wiederum erzielte Bayern 2013 den größten Überschuss, das diese Art der Förderung allerdings nicht benötigt, während das krisengeplagte Nordrhein-Westfalen einen Abfluss von 2,9 Milliarden Euro und damit das größte Defizit zu beklagen hat. Schließlich gibt es auch

eine soziale Umverteilung. Denn von der Förderung profitieren vor allem Haushalte der mittleren und oberen sozialen Schichten, die sich den Bau von Solaranlagen erlauben können und dafür Subventionen erhalten, sodass eine Umverteilung zu ihren Gunsten stattfindet. Die Ärmere hingegen haben daran keinen Anteil, während sie zugleich wegen der höheren Stromkosten einen größeren Anteil ihres knappen Einkommens dafür ausgeben müssen.

### 3.6.3 EFFIZIENZ UND SPAREN

Von Beginn an wurde in den Debatten über eine Energiewende die Notwendigkeit betont, Energie effektiver und sparsamer zu nutzen. Darauf verwies Eppler in seinem Beitrag aus dem Jahr 1979; ihm schlossen sich Volker Hauf und zahlreiche Expert\_innen an und griffen damit ein Argument auf, das schon im 19. Jahrhundert verbreitet war, als Energie teuer war und ihre Nutzung schon deshalb gering ausfiel. Mit dem Aufstieg der Kohle und dann des Öls gingen die Preise für Energie zurück. Das „Zeitalter der Verbrennung“ begann und führte zu einer „zwecklosen Vergeudung“ von fossiler Energie, wie bereits um 1900 der Chemiker Clemens Winkler klagte (Winkler 1900: 4f.).

Erst die Ölpreiskrise von 1973/74 änderte die Situation. Mit ihr stiegen die Preise für Öl und andere Ressourcen an, sodass es schon aus wirtschaftlichen Gründen Sinn machte, den Verbrauch zu beschränken. Seitdem wurden beachtliche Erfolge erzielt (vgl. Abbildung 11). Während traditionell ein Wachstum der Wirtschaft dazu führte, dass auch mehr Ressourcen verbraucht wurden, ist es inzwischen gelungen, diese beiden Prozesse teilweise voneinander zu entkoppeln. Die Wirtschaft kann wachsen und der Ressourcenverbrauch gleichzeitig stagnieren oder sogar zurückgehen. Diese Feststellung betrifft jedoch vor allem den Verbrauch pro erzeugtem Produkt, während er insgesamt nur langsam, teils auch gar nicht abnimmt. Zudem kann es zum sogenannten Rebound-Effekt kommen, wenn höhere Effizienz bei Verbraucher\_innen zu geringeren Kosten führt und deren Konsum ansteigen lässt – so bei Pkw, wo sparsame Motoren dazu führen können, dass mehr Autos gekauft werden und entsprechend viel Ressourcen verbrauchen.

Entsprechend ist auf zwei Herausforderungen zu verweisen. Zum einen ist in Industrieländern der Verbrauch an Ressourcen immer noch zu hoch und müsste deutlich gesenkt werden. Dazu veröffentlichte Ernst Ulrich v. Weizsäcker zusammen mit anderen Experten 1995 einen neuen Bericht an den Club of Rome (Weizsäcker et al. 1995). Darin plädierte er dafür, die zunehmende Produktivität nicht wie bisher zu nutzen, um mit weniger Arbeitseinsatz mehr zu erzeugen. Der Zuwachs an Produktivität solle vielmehr dazu dienen, sparsamer mit der Natur und deren Ressourcen umzugehen. Wenn es gelinge, die Naturgüter vielmehr so effektiv zu verwenden wie bisher, könne deren Nutzung halbiert und zugleich der Wohlstand verdoppelt werden. Das Ergebnis sei ein Faktor Vier, der durch eine Effizienzrevolution erreicht werden könne.

Davon sind wir noch weit entfernt, auch wenn der Energieverbrauch weiter zurückgeht. Die Bundesregierung strebt an, den Verbrauch an Primärenergie bis 2050 um 50 Prozent gegenüber 2008 zu senken. Das ist ein anspruchsvolles Ziel, das zudem politische Maßnahmen schwerer beeinflussen können als den Ausbau der erneuerbaren Energien. Dieser beruhte bisher vor allem auf finanziellen Belohnungen, die bei der Dämmung von Häusern, der Senkung des Benzinverbrauchs oder bei der Nutzung von Geräten ebenfalls erfolgen können, wenn Subventionen gezahlt werden. Dazu müssen allerdings Steuermittel verwendet werden, die nur begrenzt zur Verfügung stehen und deren Verwendung jeweils Kontroversen verursacht. Zumindest ebenso wichtig werden deshalb strengere Regelungen sein, die eine wirksamere Dämmung verlangen, den Benzinverbrauch reduzieren oder die Installation von Wärmepumpen erfordern. Zusammen mit finanziellen Anreizen werden sie zu größerer Sparsamkeit und höherer Effizienz führen – allerdings eher schrittweise. Die Effizienzrevolution, von der Weizsäcker sprach, ist noch nicht in Sicht und dürfte es schwer haben, solange die Energiepreise nicht wieder deutlich ansteigen. Denn der wichtigste Anreiz, mit Energie und anderen Ressourcen sparsamer umzugehen, sind nun einmal steigende Kosten.

### 3.7 UMWELTVERTRÄGLICHKEIT

Die Frage der ökologischen Nachhaltigkeit ist bei der Energiewende einfach zu beantworten. Dazu trägt vor allem bei, wenn der Verbrauch an Energie (und anderen Ressourcen) gesenkt wird. Die zweitbeste Möglichkeit besteht darin, den Beitrag erneuerbarer Energien auszubauen. Diese verursachen die geringsten externen Kosten und erlauben es insbesondere, den Ausstoß an Treibhausgasen deutlich zu reduzieren. Im Jahr 2013 wurden davon 145,8 Millionen Tonnen eingespart, wozu Sonne, Wind, Wasserkraft, Biomasse und andere Quellen beitrugen. Die Nutzung der Biomasse verweist allerdings auf ein Problem (BMWi 2014: 7). Sie kann zur Minderung der Treibhausgase beitragen, aber auch erhebliche ökologische Nachteile bringen, wenn Monokulturen entstehen, Abwässer belastet werden oder die Biodiversität gefährdet wird. Entsprechend erfuhr der weitere Ausbau von Biomasse eine Begrenzung, während insgesamt bei erneuerbaren Energien die ökologische Bilanz eindeutig positiv ausfällt.

Zu dieser Bilanz gehören auch gesundheitliche Aspekte. Bei der Nutzung fossiler und biogener Energieträger entstehen

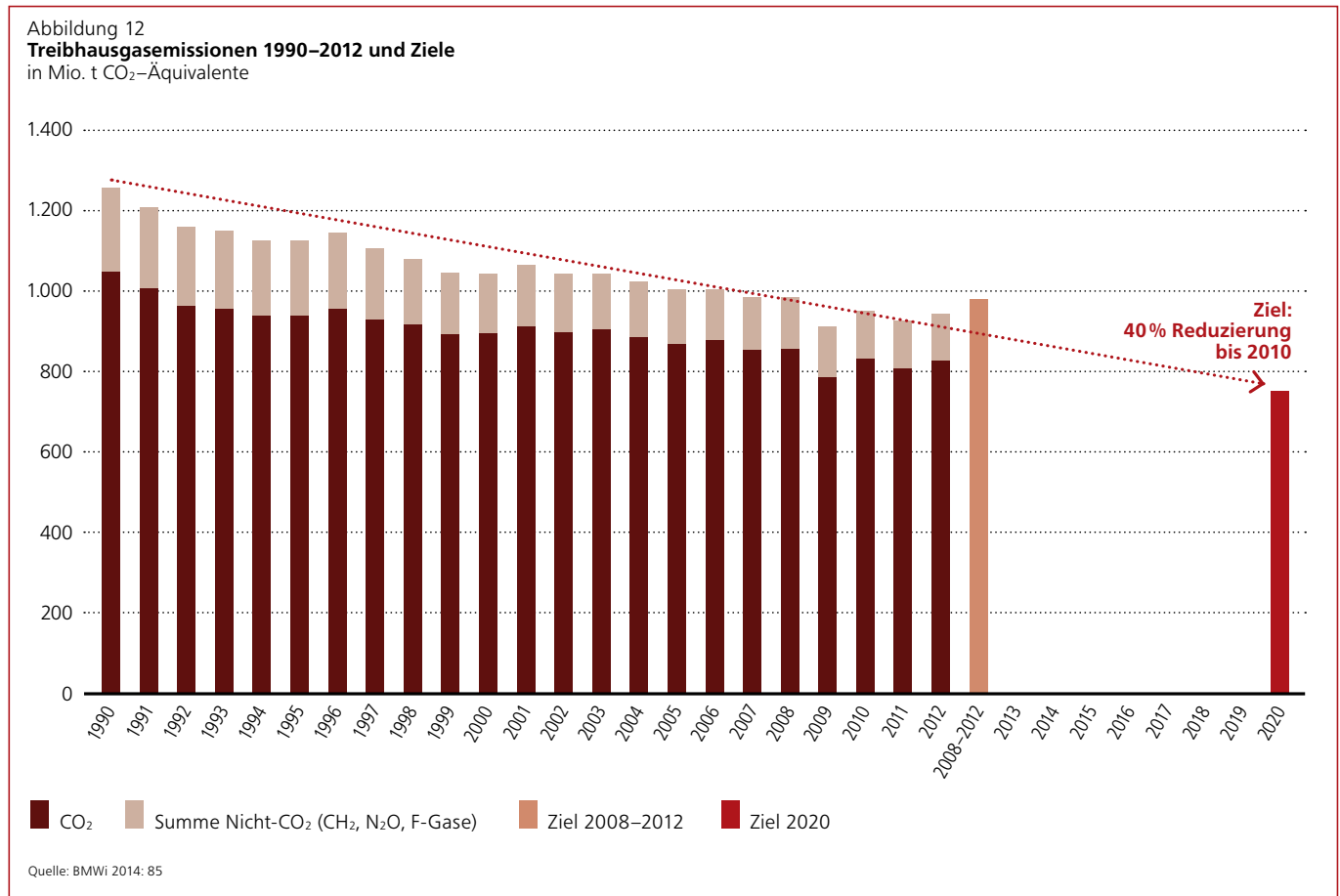
nicht nur Treibhausgase, sondern auch andere Schadstoffe wie Stickoxid-, Feinstaub- oder Quecksilberemissionen. Diese belasten sowohl die Umwelt wie die menschliche Gesundheit, und ihr Ausstoß muss möglichst weitgehend reduziert werden. Zudem kann der Klimawandel – über die Zunahme von Wetterextremen hinaus – zu einem Verlust an Artenvielfalt und Lebensräumen führen, wobei allerdings auch der weitere Ausbau erneuerbarer Energien zu Eingriffen in Natur und Landschaft führen kann. Hier ist eine sorgfältige Auswahl geeigneter Standorte erforderlich, um diese Auswirkungen zu begrenzen (BMWi 2014c: 10).

Trotz dieser grundsätzlich positiven Bilanz: Der Ausstoß an CO<sub>2</sub> ist in Deutschland seit der Energiewende kaum zurückgegangen. Nach 1990 fand eine deutliche Minderung statt, was jedoch vor allem daran lag, dass Betriebe in der früheren DDR geschlossen wurden, die besonders große Mengen dieses Gases freisetzten. Wenn deshalb offizielle Angaben das Jahr 1990 als Bezugsgröße nehmen und von einem Erfolg der Umweltpolitik sprechen, verbirgt sich dahinter auch ein zufälliger Einmaleffekt. Ebenfalls etwas geschönt ist der Verweis auf die 145,8 Millionen Tonnen an Treibhausgasen, die erneuerbare Energien 2013 eingespart haben. Die Zahl ist korrekt, doch nur 84,3 Millionen Tonnen waren eine Folge des EEG und seiner Vergütungen. Die restliche Einsparung, die immerhin 42 Prozent ausmacht, erbrachten Wasserkraftwerke, die Verbrennung von Holz und andere traditionelle Quellen, die auch ohne die Energiewende diesen Beitrag geleistet hätten (BMWi 2014: 7).

Selbst wenn Angaben etwas geschönt sind, gingen Emissionen nach 1990 zurück und erreichten 2009 ihren Tiefststand. Danach stiegen sie jedoch wieder an und befanden sich 2012 bei CO<sub>2</sub> fast wieder auf dem Niveau von 2000 (vgl. Abbildung 12). Die aktuellen Zahlen für 2014 fallen etwas erfreulicher aus, sind aber vor allem die Folge eines milden Winters (AGEB 2014). Ein zentrales Ziel der Energiewende wurde deshalb bisher erst teilweise erreicht. Mehr noch: Gerade in den letzten Jahren, die einen so rasanten Anstieg der erneuerbaren Energien erlebten, hat sich die Situation verschlechtert. Dafür gibt es eine einfache Erklärung. Der Anstieg führte zu dem erwähnten Überangebot an Strom und zu sinkenden Preisen, mit denen ausgerechnet Braun- und Steinkohlekraftwerke mithalten können. Denn diese produzieren Strom besonders preiswert und haben ihren Anteil ausgebaut.

Dieses Überangebot wird noch einige Jahre anhalten. Erfreulich daran ist, dass die fossilen Kraftwerke die Versorgungssicherheit erleichtern. Diese ist ein wichtiges Ziel, doch zugleich muss es gelingen, den Ausstoß an Treibhausgasen zu mindern. Emissionszertifikate werden aus den genannten Gründen vorerst dazu vermutlich keinen Beitrag leisten. Alternativ könnten politische Vorgaben den Einsatz von Kohle und Braunkohle erschweren, wie vermehrt gefordert wird (Greenpeace 2015). Doch auch hier liegt der Teufel im Detail. So besitzen die Kraftwerke die erwähnten langjährigen Genehmigungen, deren Widerruf juristische Probleme und zusätzliche Kosten aufwirft. Hinzu kommt, dass sie Arbeitsplätze bieten und viele sich nicht im Besitz von anonymen „Kapitalisten“, sondern von Energieversorgern oder Kommunen befinden.

Bei den Energieversorgern dominieren noch Großkonzerne, die lange die Energiewende erschwerten, wenn nicht behin-



derten und bis vor wenigen Jahren im Energiegeschäft gut verdienten. Diese goldenen Zeiten sind vorbei – was nicht gerade ein Gefühl des Mitleids auslöst. Doch zu den Aktionären zählen auch Rentenfonds, Versicherungen oder Kommunen, die durch eine Wertminderung ihrer Anteile und ausfallende Dividenden schmerzhaft Verluste erleiden. Das gilt insbesondere für die Kommunen im Ruhrgebiet, die Kraftwerke erwarben, als diese gute Renditen boten und zur Finanzierung der Haushalte dienten. Jetzt hingegen bedeuten sie für die ohnehin gebeutelten Städte eine schwere Belastung, sodass Entscheidungen für oder gegen Stein- und Braunkohlekraftwerke eine Vielzahl von einander widersprechenden Interessen und Zielen abwägen müssen.

Das musste im März 2015 auch Bundeswirtschaftsminister Sigmar Gabriel erfahren, als er vorschlug, bis 2020 den CO<sub>2</sub>-Austoß von 349 Millionen Tonnen im Jahr 2014 auf 290 Millionen Tonnen zu senken. Davon wären vor allem ältere Stein- und Braunkohlekraftwerke betroffen, die viel Kohlendioxid freisetzen. Dem Vorschlag zufolge sollen sie hierfür Obergrenzen erhalten und bei deren Überschreitung einen „Klimabeitrag“ von 18 bis 20 Euro pro Tonne CO<sub>2</sub> zahlen. Die Betreiber müssten dann entscheiden, ob sie diese Abgabe zahlen, die Produktion drosseln oder Kraftwerke stilllegen. Die Umweltstiftung WWF sieht darin den „Einstieg in glaubwürdigen Klimaschutz“, da die „ältesten und schmutzigsten Kraftwerke“ schrittweise aussortiert würden (Süddeutsche Zeitung 2015). Doch dieser Einstieg gefährdet Arbeitsplätze, nicht nur in den betroffenen Kraftwerken, sondern auch bei Zulieferbetrieben und der Förderung von Braunkohle. Dass damit 100.000 Arbeitsplätze bedroht

sind, wie Frank Bsirske, der Vorsitzende der Gewerkschaft ver.di, befürchtete, erscheint etwas übertrieben (Hamburger Abendblatt 2015). Doch Arbeitsplätze wären betroffen, und dies in strukturschwachen und finanziell gebeutelten Gebieten. Dabei lässt sich der hier stattfindende Strukturwandel nicht vermeiden. Doch es kommt darauf an, ihn nicht zusätzlich zu belasten.

Erschwert werden diese Entscheidungen durch das Auslaufen der Kernkraftwerke. Wenn deren Betrieb endet, wird nicht nur das reichhaltige Angebot auf dem Strommarkt zurückgehen, das seit einiger Zeit für niedrige Strompreise sorgt; zusätzlich könnte es schwerer fallen, die Versorgungssicherheit zu gewährleisten; und schließlich entfallen durch die Schließung der Kernkraftwerke Stromproduzenten, die nur geringe Mengen an Treibhausgasen erzeugen. Als Ersatz sollen erneuerbare Energien dienen, die jedoch Stein- und Braunkohlekraftwerke benötigen, um eine sichere Versorgung zu gewährleisten. Der Ausbau der Stromnetze wird deshalb nicht nur dazu dienen, Strom aus Windturbinen vom Norden in den Süden zu transportieren, sondern auch aus diesen Kraftwerken. Als Alternative bieten sich Gaskraftwerke an, die deutlich weniger Schadstoffe freisetzen und es zudem erlauben könnten, nur zwei der drei geplanten Stromtrassen zu errichten. Allerdings würden sie nach Bau und Inbetriebnahme über viele Jahre bestehen bleiben und dadurch den weiteren Ausbau erneuerbarer Energien erschweren. Und sie verursachen höhere Kosten als die Nutzung von Braunkohle, sodass auch deren Betreiber finanzielle Unterstützung fordern.

Trotz dieser unübersichtlichen und widersprüchlichen Situation dürften Gaskraftwerke in den kommenden Jahren wieder eine größere Bedeutung erlangen und Kohle verdrängen – was weltweit bereits geschieht. Ein wichtiger Grund dafür ist das sogenannte Fracking. In Niedersachsen wird diese Technik seit den 1960er Jahren verwendet und hat keine nennenswerten Probleme verursacht. Jetzt allerdings sollen neue, als unkonventionell bezeichnete Verfahren eingesetzt werden, bei denen Wasser mit Quarzsand und Chemikalien vermischt und mit hohem Druck in Schiefer- und Kohleflözgestein gepresst wird, um das dort befindliche Gas freizusetzen. Kritiker\_innen warnen vor den eingesetzten Chemikalien und bezweifeln die Notwendigkeit, diese Technik in Deutschland einzusetzen (Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013). Ende März 2015 verabschiedete die Bundesregierung einen Gesetzesentwurf, der Fracking in Tiefen von weniger als 3.000 Metern sowie in sensiblen Naturschutz- und Wasserversorgungsgebieten verbietet, wissenschaftliche Probebohrungen aber weiterhin erlaubt. Anschließend soll eine Kommission bestehend aus Expert\_innen eine Bewertung vornehmen, die auch darauf hinauslaufen kann, in konkreten Fällen Fracking zu erlauben (Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015).

Für die einen, die Fracking als gefährlich und überflüssig ansehen, sind diese Regeln nicht streng genug, da sie das Verfahren weiterhin erlauben. Die anderen hingegen, die dessen Gefahren geringer einschätzen und sie für beherrschbar ansehen, sprechen von einem Verhinderungsgesetz. Diese Positionen stehen sich unversöhnlich gegenüber, und einmal mehr fällt es schwer, ein eindeutiges Urteil zu fällen, da sehr unterschiedliche Aspekte zu berücksichtigen sind. So wurde in den USA durch Fracking Gas so preiswert, dass Kohlekraftwerke damit nicht mehr konkurrieren können und ihr Ausstoß an CO<sub>2</sub> zurückging. Auch weltweit kann so erzeugtes Gas Kohlekraftwerke verdrängen. Unter Klimaaspekten wäre ein direkter Übergang zu erneuerbaren Energien vorzuziehen. Doch angesichts der weltweiten Bedeutung von Kohle und der Ausbaupläne für entsprechende Kraftwerke, sind diese Folgen bei einer globalen Bewertung von Fracking zumindest zu bedenken.

Schließlich könnten auch moderne Stein- und Braunkohlekraftwerke einen Beitrag zur Energiewende leisten und als Brückentechnologie dienen. Diese Aussage mag überraschen, denn grundsätzlich muss versucht werden, deren Beitrag möglichst bald zu reduzieren. In Deutschland lässt sich dieses Ziel erreichen. Doch solange diese fossilen Brennstoffe weltweit preiswert und reichhaltig zur Verfügung stehen, werden sie in China, Indien und anderen Ländern eine große Bedeutung behalten. Hier gibt es Anzeichen, den Verbrauch von Kohle zu begrenzen oder sogar herunterzufahren. Doch bis dahin ist es ein weiter Weg. Es könnte deshalb sinnvoll sein, die hierzulande vorhandenen Kenntnisse zu nutzen und die bestehenden Kohlekraftwerke umzurüsten oder neue zu entwickeln, um einen höheren Wirkungsgrad zu erreichen und weniger CO<sub>2</sub> zu erzeugen. Zwischen alten Verfahren und neuen Technologien bestehen erhebliche Unterschiede, sodass effiziente Kohlekraftwerke in China oder Indien die globale Klimabilanz verbessern können – zumal dann, wenn es gelingt, CO<sub>2</sub> abzuscheiden und zu speichern.

# 4

## SCHLUSSFOLGERUNGEN

Jede Darstellung erfordert eine Zusammenfassung, die knapp und eindeutig ausfallen soll. Bei der Energiewende fällt beides schwer. Das Vorhaben ist so komplex und anspruchsvoll, dass die vorhergehenden Kapitel nur einzelne Aspekte herausgreifen und diese zudem nur skizzieren konnten. Einem bekannten Sprichwort zufolge, steckt der Teufel im Detail. Das gilt gerade bei der Energiewende, bei der so viele Fragen miteinander zusammenhängen und immer wieder unerwartete Folgen eintreten. Entsprechend können die hier vorgestellten Befunde nicht knapp zusammengefasst werden. Und sie lassen sich zudem nicht auf eindeutige Ergebnisse reduzieren.

Einigermaßen eindeutig lässt sich lediglich festhalten, dass die Energiewende weiterhin breite Unterstützung besitzt, und dass eine große Bereitschaft besteht, die damit verbundenen Kosten zu tragen. Klar benennen lassen sich zudem die Ziele der Bundesregierung: Sie will bis 2050 den Beitrag erneuerbarer Energien beim allgemeinen Energieverbrauch auf 60 und bei der Stromversorgung auf 80 Prozent erhöhen, den Ausstoß klimaschädlicher Gase um denselben Prozentsatz verringern und den Verbrauch an Primärenergie halbieren. Diese Ziele sind ehrgeizig, aber prinzipiell zu erreichen, wengleich im Einzelnen umstritten ist, welche Lösungen sich empfehlen, welche Maßnahmen als nächste anstehen oder welche besonders realistisch sind. Um nur ein Beispiel herauszugreifen: Werden 2020 in Deutschland tatsächlich eine Million Elektroautos fahren, wie die Bundesregierung anstrebt? Wenn wir diese Zahl erreichen und parallel dazu den Einsatz von fossilen Energien, darunter Benzin, zurückdrängen, werden wir als Ersatz vermutlich mehr Strom benötigen. Ist es dann realistisch, dessen Verbrauch bis 2050 so weit zu senken, wie offiziell vorgesehen?

Diese Fragen lassen sich derzeit nicht eindeutig beantworten. Die Energiewende befindet sich vielmehr in einer Art Schwebezustand, wo einerseits zwar weiterhin konkrete Maßnahmen ergriffen werden müssen, andererseits aber Unsicherheit über einzelne Schritte und die grundlegende Ausrichtung besteht. Gibt es bald wirksame Speicher und ökologisch nachhaltigere Methoden, um Biomasse zu erzeugen? Werden Photovoltaik- und Windanlagen noch effizienter und bieten sie höhere Auslastungen und damit größere Versorgungssicherheit? Werden die notwendigen Erfolge bei Wärme-

dämmungen und dem Energiesparen eintreten? Sollen weiterhin Preis- und Abnahmegarantien vorherrschen oder können Marktelemente günstigere Lösungen bieten? Wird die Dezentralisierung fortschreiten und können wir die Nachfrage besser an das Angebot anpassen?

Antworten auf diese Fragen lassen sich nur im europäischen Rahmen finden. Um die deutsche Energiewende voranzutreiben, hat die Soziale Demokratie deshalb ein fundamentales Interesse daran, die noch so junge Europäische Energieunion entsprechend zu gestalten. Allerdings: Auch dann sind klare Antworten vorerst nicht zu haben. Die Unsicherheit wird vielmehr anhalten und erfordert es, verschiedene Ansätze parallel zu verfolgen und durch Erfahrung zu lernen, welche davon sich bewähren. Anders formuliert: Die Energiewende ist der erwähnte Prozess, dessen Ziele grob feststehen, dessen Verlauf aber immer wieder Änderungen erfährt.

Angesichts der drohenden Klimaerwärmung mag diese Unsicherheit Verzweiflung hervorrufen. Sind nicht drastische und wirksame Sofortmaßnahmen erforderlich? Prinzipiell vielleicht, doch tatsächlich stehen sie nicht zur Verfügung und bergen sogar die Gefahr, dass einmal durchgesetzte Entscheidungen sich als falsch erweisen und nur schwer korrigiert werden können. Wir müssen deshalb mit dieser Unsicherheit leben, was aber nicht heißt, die Hände in den Schoß zu legen. Ganz im Gegenteil: Überwinden können wir die Unsicherheit nur, wenn wir die Schwierigkeiten und Widersprüche akzeptieren, die mit der Energiewende verbunden sind. Und wenn wir immer wieder neue Anläufe starten, um deren Ziele zu erreichen.

Dabei wird der SPD weiterhin die wichtige Aufgabe zukommen, die sie in der Energiewende seit Langem übernimmt: einen Ausgleich zwischen Gewinner\_innen und Verlierer\_innen zu erreichen; die unterschiedlichen Interessen zu berücksichtigen, Kompromisse zu finden und vor allem den Konsens zu sichern, den dieses anspruchsvolle Vorhaben erfordert. Das ist keine einfache Aufgabe und sie ist nicht nur mit Dank verbunden. Doch sie ist unverzichtbar, um die Ziele der Energiewende zu erreichen.

# Abbildungsverzeichnis

- 11 Abbildung 1  
**Entwicklung der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien in Deutschland, 1990–2012**
- 12 Abbildung 2  
**Aktueller Stand und Ziele der Energiewende**
- 13 Abbildung 3  
**Ölpreisentwicklung, 2002–2014**
- 15 Abbildung 4  
**Endenergiebereitstellung aus erneuerbaren Energieträgern, 2013**
- 16 Abbildung 5  
**Onshore Windenergie: Regionale Verteilung von Leistung, Stromerzeugung und Vergütung, 2012**
- 18 Abbildung 6  
**Strommix 2014**
- 19 Abbildung 7  
**Entwicklung der gesamten Treibhausgasemissionen seit 1990**
- 21 Abbildung 8  
**Entwicklung der Strompreise für Haushalte, 1998–2015**
- 22 Abbildung 9  
**Schere zwischen Kohle-, Gas- und CO<sub>2</sub>-Preisen, 2008–2014**
- 23 Abbildung 10  
**Schematische Darstellung des Merit-Order-Effekts**
- 25 Abbildung 11  
**Wirtschaftswachstum und Ressourcenverbrauch, 1991–2009**
- 27 Abbildung 12  
**Treibhausgasemissionen 1990–2012 und Ziele**

# Abkürzungsverzeichnis

AGEB	Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen e.V.
AKW	Atomkraftwerk
BDEW	Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. mit Sitz in Berlin
BIP	Bruttoinlandsprodukt
BMWi	Bundesministerium für Wirtschaft und Energie
bpB	Bundeszentrale für politische Bildung
EEG	Erneuerbare-Energien-Gesetz
EU	Europäische Union, Staatenverbund mit derzeit (2015) 28 Mitgliedsstaaten in Europa, besteht seit 1992
EWG	Europäische Wirtschaftsgemeinschaft, seit 1958 bestehender Zusammenschluss von sechs europäischen Staaten, Vorläufer der EU
KWK	Kraft-Wärme-Kopplung
MwSt	Mehrwertsteuer
UBA	Umweltbundesamt



# Glossar

**§ 19 StromNEV-Umlage** Dieser Paragraf der Stromnetzentgeltverordnung (NEV) erlaubt es, große Stromverbraucher teilweise von den Netzentgelten zu befreien.

**Biodiversität** Der Begriff „Biodiversität“ bezeichnet die Vielfalt innerhalb von Arten, die Vielfalt zwischen den Arten und die Vielfalt der Ökosysteme.

**Biogen** Der Begriff „Biogen“ bezeichnet einen biologischen/organischen Ursprung.

**Biomasse** Der Begriff „Biomasse“ umfasst verschiedene Stoffe organischer Herkunft wie beispielsweise Exkremente. In der Energietechnik versteht man darunter Erzeugnisse, die zur Gewinnung von Energie oder als Kraftstoffe dienen können.

**Blockheizkraftwerk** Blockheizkraftwerke sind (meist kleinere) Anlagen zur Gewinnung von Elektrizität und/oder Wärme, die in der Regel dort entstehen, wo die dadurch erzeugte Wärme/Elektrizität genutzt wird.

**Brückentechnologie** Brückentechnologien sollen einen Übergang erleichtern. So können Gaskraftwerke als Brücke für den Übergang zu erneuerbaren Energien dienen, da sie weniger CO<sub>2</sub> freisetzen als andere fossile Kraftwerke.

**Brundtland-Bericht** Der Brundtland-Bericht „Our Common Future“ wurde unter Leitung von Gro Harlem Brundtland (der ehemaligen Premierministerin von Norwegen) veröffentlicht. In dem Bericht geht es um die Bedeutung nachhaltiger Entwicklung.

**Bruttoendenergieverbrauch** Der Bruttoendenergieverbrauch umfasst den Energieverbrauch beim Letztverbraucher und die Verluste in den Erzeugungsanlagen und beim Transport. Der Bruttoendenergieverbrauch für erneuerbare Energien ergibt sich aus dem Endenergieverbrauch der Haushalte, des Verkehrs, der Industrie und des Sektors Gewerbe, Handel, Dienstleistungen (GHD) zuzüglich des Eigenverbrauchs des Umwandlungssektors sowie der Leistungs- und Fackelverluste.

**Bruttoinlandsprodukt** Das Bruttoinlandsprodukt ist der Gesamtwert aller Güter (Waren und Dienstleistungen), die innerhalb eines Jahres in den Landesgrenzen einer Volkswirtschaft hergestellt wurden, nach Abzug aller Vorleistungen.

**Bruttostromerzeugung** Die Bruttostromerzeugung umfasst die insgesamt erzeugte Strommenge eines Landes. Nach Abzug des Eigenverbrauchs der Erzeugungsanlage verbleibt die Nettostromerzeugung.

**Bruttostromverbrauch** Der Bruttostromverbrauch entspricht der Summe der gesamten inländischen Stromgewinnung (Wind, Wasser, Sonne, Kohle, Öl, Erdgas und andere), zuzüglich der Stromflüsse aus dem Ausland und abzüglich der Stromflüsse ins Ausland. Der Nettostromverbrauch ist gleich dem Bruttostromverbrauch abzüglich der Netz- bzw. Übertragungsverluste.

**Club of Rome** Der Club of Rome wurde 1968 in Rom gegründet und ist heute ein globaler Thinktank bestehend aus einer Reihe einflussreicher Politiker\_innen, Wissenschaftler\_innen und Unternehmer\_innen. 1972 wurde der Bericht „Die Grenzen des Wachstums“ veröffentlicht, der vor allem auf die Begrenztheit der Ressourcen verwies.

**Demand Lastmanagement** Damit wird eine gezielte Steuerung von Lasten auf der Nachfrageseite bezeichnet.

**Desertec** Desertec ist der Name eines Zusammenschlusses von Unternehmen, Umweltorganisationen und Privatpersonen, um an energiereichen Standorten Ökostrom zu erzeugen. Bekannt geworden sind Bemühungen, Solarstrom in der Sahara zu erzeugen und nach Europa zu transportieren.

**Dezentralisierung der Energieversorgung** Eine dezentrale Energieversorgung sieht die Energieerzeugung in Nähe des Energieverbrauches vor.

**Differenzkosten/EEG-Umlage** Die Differenzkosten oder auch die EEG-Umlage bezeichnen die Differenz zwischen Ausgaben und Einnahmen durch die Vergütung für den Strom aus erneuerbaren Energien bzw. deren Verkauf.

**Emissionszertifikate (Emissionsrechte)** Um eine bestimmte Menge Kohlendioxid auszustoßen, müssen Kraftwerke und bestimmte Industrieanlagen CO<sub>2</sub>-Zertifikate erwerben. Diese Menge ist begrenzt und sinkt mit der Zeit.

**Endenergie** Die Energie, die Verbraucher nach sämtlichen Abzügen von Verlusten zur Verfügung steht in Form von Wärme, Strom oder Kraftstoffen, wird als Endenergie bezeichnet. Endenergieformen sind zum Beispiel Fernwärme, elektrischer Strom, Kohlenwasserstoffe wie Benzin, Kerosin, Heizöl oder Holz und verschiedene Gase wie Erdgas, Biogas und Wasserstoff.

**Endenergieverbrauch** Endenergieverbrauch ist der Teil der Primärenergie, der Verbrauchern nach Abzug von Übertragungs- und Umwandlungsverlusten erreicht und zur weiteren Verfügung steht.

**Energieeffizienz** Bei der Energieeffizienz geht es um eine möglichst hohe Wirkung bei der Energieumwandlung bzw. um einen möglichst geringen Energieverbrauch von Gebäuden, Geräten und Maschinen.

**Energieproduktivität** Der Begriff „Energieproduktivität“ beschreibt die Effizienz des Energieeinsatzes.

**Erneuerbare Energien** Unter erneuerbaren Energien versteht man solche Energien, die aus nachhaltigen Quellen wie Wasserkraft, Wind, Sonne, Biomasse und Erdwärme gewonnen werden. Im Gegensatz zu den fossilen Energieträgern wie Erdöl, Erdgas, Stein- und Braunkohle sowie dem Kernbrennstoff Uran verbrauchen sich diese Energiequellen nicht – sie sind erneuerbar.

**Erneuerbare-Energien-Gesetz (EEG)** Das Gesetz aus dem Jahr 2000 schreibt vor, dass Netzbetreiber erneuerbare Energien vorrangig abnehmen müssen, legt Vergütungssätze (Garantiepreise) der einzelnen Erzeugungsarten fest und regelt, dass die Mehrkosten auf alle Stromabnehmer umgelegt werden.

**Externe Kosten** Externe Kosten sind Kosten, die durch wirtschaftliche Tätigkeit entstehen, allerdings nicht im Marktpreis enthalten sind. Beispiele wären Umwelt- oder Gesundheitsschäden.

**Feinstaub** Beim Feinstaub handelt es sich um ein komplexes Gemisch kleinster flüssiger und fester Stoffe, mit maximalem Durchmesser von 10 Mikrometer (µm) bis hin zu Partikeln von weniger als 0,1 µm.

**Fossile Energieträger** Fossile Energieträger bestehen aus Biomasse und sind im Laufe von Jahrtausenden unter hohem Druck und hoher Temperatur entstanden. Dazu gehören Erdöl und Erdgas sowie Braun- und Steinkohle. Durch ihre Nutzung werden Treibhausgase wie Kohlenstoffdioxid freigesetzt, was sich schädlich auf das Klima auswirkt.

**Fracking** Durch die als Fracking bezeichnete Methode können Gas- und Ölvorkommen unkonventionell gefördert werden, die in Gesteinsschichten gebunden sind. Dazu wird eine Mischung aus Wasser, Sand und chemischen Zusätze mit hohem Druck in die Gesteinsschicht gepresst, um diese aufzubrechen.

**Geothermie** Geothermie bedeutet die Nutzung der Energie, die in den obersten Erdschichten oder dem Grundwasser gespeichert ist. Je nach Temperatur und Bedarf kann die dortige Temperatur zur Bereitstellung von Wärme, zur Erzeugung von Klimakälte oder der Speicherung von Energie genutzt werden.

**Kraft-Wärme-Kopplung** Der Begriff „Kraft-Wärme-Kopplung“ bezeichnet die gleichzeitige Umwandlung von Brennstoffen in elektrische Energie und Nutzwärme in einer ortsfesten technischen Anlage.

**Merit-Order-Effekt** Mit Merit-Order wird die Reihenfolge der Einsatzorte von Kraftwerken bezeichnet. Diese wird durch die Grenzkosten der Stromerzeugung bestimmt, dementsprechend kommen zunächst die Kraftwerke mit niedrigen Kosten zum Einsatz. Der Effekt bezeichnet die daraus folgende preissenkende Wirkung auf den Preis an der Strombörse.

**Photovoltaikanlagen** Photovoltaikanlagen können Sonnenenergie in elektrische Energie umwandeln.

**Primärenergie** Der Begriff „Primärenergie“ beinhaltet die bereits erläuterte Endenergie, aber zusätzlich auch jegliche Abzüge wie beispielsweise den Verlust von Energie durch Umwandlung oder Transport.

**Primärenergieverbrauch** Der Begriff „Primärenergieverbrauch“ bezeichnet das saldierte Ergebnis aus inländischer Produktion, dem Außenhandels-saldo bei Energieträgern unter Abzug der Hochseebunkerung sowie unter Berücksichtigung der Lagerbestandsveränderungen.

**Pumpspeicherwerk** Pumpspeicherwerke dienen dazu, bei einem Überangebot an Strom und/oder bei besonders niedrigen Strompreisen Wasser in einen Speicher (meist Stauseen) zu pumpen und mit dessen Hilfe Strom zu erzeugen, wenn besonderer Bedarf besteht. In der Energiewende sollen sie als Reserve dienen, um Schwankungen in der Stromversorgung auszugleichen.

**Rebound-Effekt** Durch Steigerung der Effizienz werden bei Produktion und Gebrauch weniger Ressourcen benötigt. Da dadurch zugleich die Kosten für Verbraucher sinken, kann es dazu kommen, dass diese die preiswerteren Produkte in größerer Zahl kaufen und/oder intensiver nutzen. Im Ergebnis benötigen einzelne Produkte weniger Ressourcen, doch der gesamte Ressourcenverbrauch kann sogar ansteigen.

**Repowering** Repowering bedeutet, dass alte Windkraftwerke durch Neuerungen effizienter genutzt werden können, die vorhandene Anlage wird jedoch weiterhin genutzt.

**Saurer Regen** Der Begriff „saurer Regen“ bezeichnet Niederschlag, dessen pH-Wert niedriger ist als der von reinem Wasser. Hauptursache für den sauren Regen ist die Luftverschmutzung, insbesondere durch säurebildende Abgase. Saurer Regen schädigt Natur und Umwelt und galt als Hauptverursacher des sogenannten Waldsterbens (teils aus Wikipedia).

**Smart Grids** Durch neue digitale Technologien sollen Stromerzeugung, Stromtransport und Lastmanagement effizient verknüpft werden.

**Spinning Jenny** Als Spinning Jenny wird die erste industrielle Spinnmaschine für die Textilerzeugung bezeichnet.

**Stromnetze** Der Begriff „Stromnetz“ bezeichnet in der Energietechnik ein Netzwerk aus Stromleitungen, Schalt- und Umspannwerken und daran angeschlossene Kraftwerke und Verbraucher.

**Treibhausgas** Treibhausgase sind gasförmige Stoffe in der Luft, die zum Treibhauseffekt beitragen. Sie können einen natürlichen Ursprung haben, aber auch durch menschliche Aktivitäten entstehen. Wichtige Treibhausgase sind Kohlenstoffdioxid, Methan, Distickstoffmonoxid (Lachgas), Fluorchlorkohlenwasserstoffe, Schwefelhexafluorid und Stickstofftrifluorid. Große Mengen an Kohlenstoffdioxid werden bei der Verbrennung fossiler Energieträger freigesetzt.

**Tsunami** Der Begriff „Tsunami“ bezeichnet eine Flutwelle, die durch Erdbeben ausgelöst wird, sich über große Entfernungen ausbreitet, enorme Ausmaße annehmen und verheerende Schäden verursachen kann.

**Umweltwärme** Der Begriff bezeichnet Wärme, die in der Luft, dem Boden oder dem Grundwasser enthalten ist und als Energielieferant genutzt werden kann. Dazu dienen Wärmepumpen.

**Wirkungsgrad** Der Wirkungsgrad (Wirkungsgradprinzip) ist ein statistisches Bewertungsverfahren bei der Erstellung einer Energiebilanz. Dabei werden die Energieträger, für die es keinen einheitlichen Umrechnungsfaktor wie den Heizwert gibt, auf Basis von definierten Wirkungsgraden bewertet. Für die Kernenergie wird ein Wirkungsgrad von 33 Prozent unterstellt, für die Stromerzeugung aus Wind, Sonne und Wasserkraft ein Wirkungsgrad von 100 Prozent.

# Literaturverzeichnis

- Agentur für Erneuerbare Energien (AEE) 2013: Auch am kürzesten Tag des Jahres liefern Erneuerbare Energien reichlich Strom, <http://www.unendlich-viel-energie.de/auch-am-kuerzesten-tag-des-jahres-liefern-erneuerbare-energien-reichlich-strom> (14.7.2015).
- AEE 2014: 92 Prozent der Deutschen wollen den Ausbau Erneuerbarer Energien, <http://www.unendlich-viel-energie.de/92-prozent-der-deutschen-wollen-den-ausbau-erneuerbarer-energien> (16.7.2015)
- AGORA Energiewende 2015: Die Energiewende im Stromsektor: Stand der Dinge 2014, Berlin.
- Alt, Franz 1994: Die Sonne schickt uns keine Rechnung: Die Energiewende ist möglich, München.
- Arbeitsgemeinschaft Energiebilanzen (AG Energiebilanzen) 2014: Energieverbrauch in Deutschland: Daten für das 1. bis 4. Quartal 2014, Berlin, [http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article\\_id=29&fileName=quartalsbericht\\_q4\\_2014.pdf](http://www.ag-energiebilanzen.de/index.php?article_id=29&fileName=quartalsbericht_q4_2014.pdf) (4.2.2015).
- Barthelt, Klaus; Montanus, Klaus 1983: Begeisterter Aufbruch: Die Entwicklung der Kernenergie in der Bundesrepublik Deutschland bis Mitte der siebziger Jahre, in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, S. 89–100.
- Bataille, Marc; Hösel, Ulrike 2014: Energieeffizienz und das Quotenmodell der Monopolkommission, DICE Ordnungspolitische Perspektiven 57, Düsseldorf.
- Bofinger, Peter 2013: Förderung fluktuierender erneuerbarer Energien: Gibt es einen dritten Weg?, Gutachten im Auftrag der Baden-Württemberg Stiftung, Würzburg.
- Brandt, Leo 1957: Die zweite industrielle Revolution, München.
- Brüggemeier, Franz-Josef 2014: Schranken der Natur: Umwelt, Gesellschaft, Experimente 1750 bis Heute, Essen.
- Bundesministerium für Wirtschaft und Energie (BMWi) 2014a: Entwicklung der erneuerbaren Energien in Deutschland im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014b: Erneuerbare Energien in Zahlen: Nationale und internationale Entwicklung im Jahr 2013, Berlin.
- BMWi 2014c: Zweiter Monitoring-Bericht „Energie der Zukunft“, Berlin.
- Bundesverband der Energie- und Wasserwirtschaft e.V. (BDEW) 2014: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2014), Berlin.
- BDEW e.V. 2015: Erneuerbare Energien und das EEG: Zahlen, Fakten, Grafiken (2015), Berlin.
- Bundeszentrale für politische Bildung 2015: Die Talfahrt des Ölpreises, <http://www.bpb.de/politik/hintergrund-aktuell/200167/entwicklung-des-oelpreises> (14.7.2015).
- Deutsche Energie-Agentur 2012: dena-Verteilnetzstudie. Ausbau und Innovationsbedarf der Stromverteilnetze in Deutschland bis 2030, Berlin.
- Ehrhardt, Hendrik; Kroll, Thomas (Hrsg.) 2012: Energie in der modernen Gesellschaft: Zeithistorische Perspektiven, Göttingen.
- Eppler, Erhard 1979: Die Bundesrepublik gleicht einem schlecht isolierten Haus, in: Frankfurter Rundschau, 27.6.1979, S. 14.
- Ethik-Kommission Sichere Energieversorgung 2011: Deutschlands Energiewende: Ein Gemeinschaftswerk für die Zukunft, Berlin.
- Europäische Kommission 2015: MITTEILUNG DER KOMMISSION AN DAS EUROPÄISCHE PARLAMENT, DEN RAT, DEN EUROPÄISCHEN WIRTSCHAFTS- UND SOZIALAUSSCHUSS, DEN AUSSCHUSS DER REGIONEN UND DIE EUROPÄISCHE INVESTITIONSBANK: Rahmenstrategie für eine krisenfesten Energieunion mit einer zukunftsorientierten Klimaschutzstrategie, 52015DC0080 Final, Brüssel
- Forum Ökologisch-Soziale Marktwirtschaft (FÖS) 2010a: Staatliche Förderungen der Stein- und Braunkohle im Zeitraum 1950–2008, FÖS-Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin.
- FÖS 2010b: Staatliche Förderungen der Atomenergie im Zeitraum 1950–2010, FÖS-Studie im Auftrag von Greenpeace, Berlin.
- Frankfurter Allgemeine Zeitung 2015: Abgeordnete stellen sich gegen Fracking-Gesetzentwurf, <http://www.faz.net/aktuell/wirtschaft/wirtschaftspolitik/kabinetts-beschliesst-fracking-gesetzentwurf-in-deutschland-13517422.html> (16.7.2015).
- Fraunhofer-Institut für Solare Energiesysteme (ISE) 2013a: Kohleverstromung zu Zeiten niedriger Börsenstrompreise, Studie im Auftrag der Bundestagsfraktion Bündnis 90/Die Grünen, Freiburg.
- ISE 2013b: Stromgestehungskosten Erneuerbare Energien, Freiburg.
- ISE 2014: Kurzstudie zur historischen Entwicklung der EEG-Umlage, Freiburg.
- Fücks, Ralf 2013: Intelligent Wachsen: Die grüne Revolution, München.
- Greenpeace 2015: Brennstoff Kohle, <https://www.greenpeace.de/themen/energiewende/fossile-energien/kohle> (3.8.2015)
- Hamburger Abendblatt 2015: Bsirske: Gabriels Kohle-Abgabe gefährdet 100.000 Jobs, <http://www.abendblatt.de/politik/article205240955/Bsirske-Gabriels-Kohle-Abgabe-gefaehrdet-100-000-Jobs.html> (16.7.2015)
- Hauff, Volker 1986: Energie-Wende – von der Empörung zur Reform: Mit den neuesten Gutachten zum Ausstieg aus der Kernenergie, München.
- Helm, Dieter 2012: The Carbon Crunch: How We're Getting Climate Change Wrong – and How to Fix it, New Haven.
- Hennicke, Peter; Fishedick, Manfred 2010: Erneuerbare Energien: Mit Energieeffizienz zur Energiewende, München.
- Heymann, Matthias 1990: Die Geschichte der Windenergienutzung 1890–1990, Frankfurt; New York.
- Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.) 1983: Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart.
- Institut der deutschen Wirtschaft Köln 2015. Sparsam wachsen, <http://www.iwkoeln.de/infodienste/iw-dossiers/kapitel/der-arbeitsmarkt/beitrag/ressourcen-sparsam-wachsen-102059> (15.7.2015)
- International Energy Agency; OECD et al. 2010: An IEA, OECD and World Bank Joint Report: The Scope of Fossil-Fuel Subsidies in 2009 and a Roadmap for Phasing out Fossil-Fuel Subsidies: Prepared for the G-20 Summit, Seoul 11–12 November 2010, Paris, [www.oecd.org/env/cc/46575783.pdf](http://www.oecd.org/env/cc/46575783.pdf) (4.2.2015).
- Kemfert, Claudia 2013: Kampf um Strom: Mythen, Macht und Monopole, Hamburg.
- Kraus, Otto 1960: Bis zum letzten Wildwasser? Gedanken über Wasserkraftnutzung und Naturschutz im Atomzeitalter, Aachen. Krause, Florentin; Bossel, Hartmut et al. 1980: Energie-Wende: Wachstum und Wohlstand ohne Erdöl und Uran: Ein Alternativ-Bericht des Öko-Instituts Freiburg, Frankfurt am Main.

Krewitt, Wolfram; Schломann, Barbara 2006: Externe Kosten aus erneuerbaren Energien im Vergleich zur Stromerzeugung aus fossilen Energieträgern, Gutachten im Auftrag des Zentrums für Sonnenenergie- und Wasserstoff-Forschung Baden-Württemberg, Stuttgart; Karlsruhe.

Kurier 2015: Österreich unter Druck wegen AKW-Klage, <http://kurier.at/politik/eu/hinkley-point-c-oesterreich-unter-druck-wegen-akw-klage/110.384.737> (15.7.2015).

Lovins, Amory B. 1978: Sanfte Energie: Das Programm für die energie- und industriepolitische Umrüstung unserer Gesellschaft, Reinbek.

Meyer-Abich, Klaus Michael; Schefold, Bertram 1986: Die Grenzen der Atomwirtschaft: Die Zukunft von Energie, Wirtschaft und Gesellschaft, München.

Monopolkommission Energie 2013: Wettbewerb in Zeiten der Energiewende, Sondergutachten 65, Köln.

Popp, Manfred 2013: Deutschlands Energiezukunft. Kann die Energiewende gelingen?, Weinheim.

Quaschnig, Volker 2013a: Erneuerbare Energien und Klimaschutz, München.

Quaschnig, Volker 2013b: Regenerative Energiesysteme, München.

Radkau, Joachim 1978: Aufstieg und Krise der deutschen Atomwirtschaft 1945–1975: Verdrängte Alternativen in der Kerntechnik und der Ursprung der nuklearen Kontroverse, Reinbek.

Radkau, Joachim 1983: Fragen an die Geschichte der Kernenergie: Perspektivenwandel im Zuge der Zeit (1975–1986), in: Hohensee, Jens; Salewski, Michael (Hrsg.): Energie – Politik – Geschichte: Nationale und internationale Energiepolitik seit 1945, Stuttgart, S. 101–126.

Radtke, Jörg; Hennig, Bettina (Hrsg.) 2013: Die deutsche „Energiewende“ nach Fukushima: Der wissenschaftliche Diskurs zwischen Atomausstieg und Wachstumsdebatte, Marburg.

Sachverständigenrat für Umweltfragen 2013: Fracking zur Schiefergasgewinnung, Ein Beitrag zur energie- und umweltpolitischen Bewertung, [http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04\\_Stellungnahmen/2012\\_2016/2013\\_05\\_AS\\_18\\_Fracking.html](http://www.umweltrat.de/SharedDocs/Downloads/DE/04_Stellungnahmen/2012_2016/2013_05_AS_18_Fracking.html) (3.8.2015)

Schaaf, Christian 2002: Die Kernenergiepolitik der SPD von 1966 bis 1977 (Magisterarbeit), München.

Scheer, Hermann 2010: Der energetische Imperativ: 100 Prozent jetzt: Wie der vollständige Wechsel zu erneuerbaren Energien zu realisieren ist, München.

Sieferle, Rolf Peter 2003: Nachhaltigkeit in universalhistorischer Perspektive, in: Siemann, Wolfram (Hrsg.): Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, S. 39–60.

Siemann, Wolfram (Hrsg.) 2003: Umweltgeschichte: Themen und Perspektiven, München

Statistisches Bundesamt 2013: Europa 2020 – Die Zukunftsstrategie der EU, Wiesbaden.

Süddeutsche Zeitung 2012: 15 bis 1300 Krebstote – weltweit, <http://www.sueddeutsche.de/gesundheit/die-folgen-von-fukushima-bis-krebstote-weltweit-1.1415333> (16.7.2015).

Süddeutsche Zeitung 2015: Gabriel läutet Ausstieg aus der Kohlekraft ein, <http://www.sueddeutsche.de/wirtschaft/energiewende-gabriel-laeuetet-ausstieg-aus-der-kohlekraft-ein-1.2401300> (16.7.2015).

Umweltbundesamt (UBA) 2007: Ökonomische Bewertung von Umweltschäden: Methodenkonvention zur Schätzung externer Umweltkosten, Dessau.

UBA 2010: Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbarer Energie, Dessau.

UBA 2014: Emissionsbilanz erneuerbarer Energieträger. Bestimmung der vermiedenen Emissionen im Jahr 2013, Dessau.

UBA 2015: Anteile der erneuerbaren Energieträger, <http://www.umweltbundesamt.de/daten/energiebereitstellung-verbrauch/anteile-der-erneuerbaren-energieerzeuger> (14.7.2015).

Weizsäcker, Ernst Ulrich von; Lovins, Amory B. et al. 1995: Faktor Vier: Doppelter Wohlstand – halbiertes Naturverbrauch: Der neue Bericht an den CLUB of ROME, München.

Wissenschaftlicher Beirat der Bundesregierung Globale Umweltveränderungen 2003: Welt im Wandel: Energiewende zur Nachhaltigkeit, Berlin, [www.wbgu.de/wbgu\\_jg2003.pdf](http://www.wbgu.de/wbgu_jg2003.pdf) (4.2.2015).

Zachmann, Georg 2015: Die Europäische Energieunion: Schlagwort oder wichtiger Integrationsschritt? Gute Gesellschaft – Soziale Demokratie 2017plus, Friedrich-Ebert-Stiftung, Bonn.

Impressum:

© 2015

**Friedrich-Ebert-Stiftung**

Herausgeber: Abteilung Wirtschafts- und Sozialpolitik

Godesberger Allee 149, 53175 Bonn

Fax 0228 883 9205, [www.fes.de/wiso](http://www.fes.de/wiso)

Bestellungen/Kontakt: [wiso-news@fes.de](mailto:wiso-news@fes.de)

Die in dieser Publikation zum Ausdruck gebrachten Ansichten sind nicht notwendigerweise die der Friedrich-Ebert-Stiftung. Eine gewerbliche Nutzung der von der FES herausgegebenen Medien ist ohne schriftliche Zustimmung durch die FES nicht gestattet.

**ISBN: 973-8-95861-238-9**

Gestaltung: [www.stetzer.net](http://www.stetzer.net)

Druck: [www.bub-bonn.de](http://www.bub-bonn.de)

