

... Für die Lebensqualität heutiger und zukünftiger Generationen sowie für den wirtschaftlichen Erfolg unseres Landes ist die Energiewende eine der größten Herausforderungen. ... Wir wollen sie zu einer Erfolgsgeschichte machen und Deutschland zu einem der modernsten Energiestandorte der Welt entwickeln ... (Auszug aus dem Koalitionsvertrag von CDU/CSU und SPD vom Dezember 2013).

Der Begriff „Wende“ stammt aus der Sprache der Segler und bezeichnet einen Kurswechsel mit einem Segelboot. Während des Manövers weht der Wind in Richtung Bug des Bootes, also zeitweise von vorn. Die Wende im Zusammenhang mit dem Fall der Mauer und die Energiewende haben nicht nur einen Begriff aus der Seglersprache gemeinsam. Sowohl die Wende, die den Deutschen die Einheit brachte, als auch die Energiewende starteten Anfang der 90er Jahre, allerdings ohne jeglichen kausalen Zusammenhang. Neben dem zeitgleichen Start und der Ähnlichkeit in der Begriffswahl besteht eine dritte Ähnlichkeit. Sowohl die Vollendung der Deutschen Einheit als auch die Energiewende sind komplexe und kostspielige Prozesse, die sich über Dekaden erstrecken und bei denen, um im Bild der Seglersprache zu bleiben, den Deutschen der Wind zeitweise stramm ins Gesicht bläst. Der ehemalige Bundesumweltminister Peter Altmaier liegt richtig, wenn er die Herausforderungen der Energiewende mit denen der Deutschen Einheit vergleicht.¹

Die Dimension der Energiewende kann mit wenigen Zahlen verdeutlicht werden. Deutschland will seine jährlichen *CO₂ Emissionen* bis 2050 gegenüber 1990 um mindestens 80 Prozent senken. Ein vergleichbares Ziel wurde bereits in der Legislaturperiode von 2009 bis 2013 von der damaligen schwarz-gelben Bundesregierung im Rahmen ihres Energiekonzeptes formuliert. Die nachfolgende schwarz-rote Bundesregierung hat es En-

¹ Vorstellung des Monitoring Berichtes „Energie der Zukunft“ am 19.12.2012 durch die Bundesminister Rösler und Altmaier vor der Bundespressekonferenz.

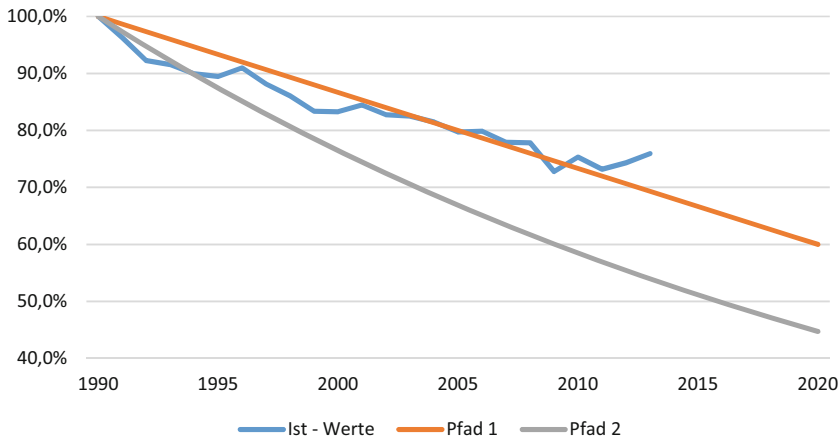


Abb. 2.1 Minderung von CO₂-Emissionen

de 2013 bestätigt.² Ein Teil der Wegstrecke ist bereits absolviert, denn immerhin wurden die CO₂ Emissionen bis Ende 2013 gegenüber 1990 erheblich reduziert (s. Abb. 2.1; Ist-Werte). Den *Energiedaten* des BMWi folgend hat Deutschland in 23 Jahren 25 Prozent geschafft.

Die Politik geht in ihrem Fahrplan über den Zeitraum von 60 Jahren von der Annahme aus, dass konstant Emissionen in Höhe von ca. 17 Millionen Tonnen pro Jahr eingespart werden (s. Abb. 2.1; Pfad 1). So wird auch der Meilenstein von minus 40 Prozent in 2020 gegenüber 1990 erreicht. Auf dem entsprechenden Reduktionspfad müsste Deutschland seine CO₂ Emissionen anfänglich um 1 bis 2 Prozent pro Jahr und langfristig um mehr als 6 Prozent pro Jahr senken, um sein Ziel zu erreichen. Der Pfad ist kurzfristig also leicht einzuhalten und wird erst im Laufe der Jahre immer ehrgeiziger, weil die Basis, die für weitere CO₂ Einsparungen noch zur Verfügung steht, immer kleiner wird. Hingegen würde eine kontinuierliche prozentuale Absenkung der CO₂ Emissionen gegenüber dem jeweiligen Vorjahreswert zu einem Anpassungspfad in Höhe von ca. 2,7 Prozent pro Jahr führen (s. Abb. 2.1; Pfad 2). Für beide Pfade lassen sich Argumente finden, warum sie richtig sind. Die Höhe der tatsächlichen Emissionen müsste sich aber in jedem Fall zwischen den beiden Anpassungspfaden bewegen. Im Ergebnis liegt Deutschland zum Ende des Jahres 2014 jedenfalls deutlich hinter seinen Zielen deutlich zurück.

Die Anstrengungen für weitere Absenkungen der CO₂ Emissionen müssen erhöht werden, um das Ziel einer weitgehend kohlenstofffreien Energieversorgung in 2050 zu erreichen. Die Energiewende ist kein Selbstläufer; sie ist eine Herkulesaufgabe und ein Generationen übergreifendes Projekt und bleibt vorläufig eine Vision, d. h. eine langfristige Zukunftsvorstellung der Zivilgesellschaft, die nur dann Realität werden kann, wenn sie mit einer klaren Strategie und über mehrere Legislaturperioden konsequent verfolgt wird.

² Koalitionsvertrag zwischen CDU/CSU und SPD aus dem Dezember 2013 „Deutschlands Zukunft gestalten“.

Wenn sich die deutsche Energie- und Klimapolitik derart ehrgeizige, visionäre Ziele setzt, wäre zu erwarten, dass sie sich möglichst viele Optionen offen hält. Niemand kann wissen, welche Innovationen in der nächsten Jahrzehnten noch vor uns liegen und langfristig einen Beitrag leisten. Ein Blick in den historischen Rückspiegel verdeutlicht, dass niemand in den frühen 80er Jahren wusste, welche Technologien und Geschäftsmodelle ca. 35 Jahre später verfügbar sein würden. Wie können wir heute wissen, was in 35 Jahren, also 2050 möglich sein wird? Klug und weitsichtig wäre es, in der Gegenwart keine Option auszuschließen. Deutschland kann sich zurecht in der Rolle eines Pioniers sehen, der absolutes Neuland betritt. Die meisten Pioniere würden allerdings alle möglichen Wege zum Ziel in Betracht ziehen. Entscheidungen über den endgültigen Weg zum Ziel fallen bei Expeditionen häufig unterwegs und zwar in einem vorab nicht prognostizierbaren Such- und Auswahlprozess.

Deutschland hat sich trotzdem als Folge aus der Fukushima Katastrophe im Jahre 2011 entschieden, die Energiewende ohne den Einsatz der friedlichen Nutzung der Kernenergie zu meistern. Kein anderes vergleichbares Industrieland der Welt verzichtet freiwillig und schließt die Option Kernenergie zur Reduktion der CO₂ Emissionen aus. Aber damit nicht genug. Auch CCS bzw. *Fracking* sind als Technologien durch die deutsche Gesetzgebung entweder faktisch ausgeschlossen oder mit hohen Hürden verbunden. Eine wachsende Gruppe von NGO macht sich zudem für einen zügigen Ausstieg aus der Kohleverstromung stark.

Während nukleare Energieträger nicht und Fossile nur eingeschränkt zur Erreichung der deutschen CO₂ Ziele beitragen können, galt das so für die erneuerbaren Quellen lange Zeit nicht. Seit einigen Jahren mehren sich aber auch die Hürden für erneuerbare Stromerzeugungsanlagen. Beispielsweise wird die Nutzung von seegestützter Windkraft in Deutschland nur so weit entfernt vor der Küstenlinie zugelassen, dass die Windanlagen von der Küste nicht mehr sichtbar sind, und die landgestützte Windkraft sieht sich immer strengerem Auflagen hinsichtlich ihrer Abstandsflächen zu Wohngebieten ausgesetzt. Zusätzlich macht sich Deutschland das Leben auch beim Stromtransport schwer. Deutschland braucht zusätzliche Transportleitungen für elektrische Energie, um den Ausbau der erneuerbaren Stromerzeugung voranzutreiben. Freileitungen sind zweifelsfrei um Faktoren günstiger als unterirdische Stromkabel und nicht selten bedeuten die oberirdischen Leitungen einen geringeren Eingriff in die Natur. Trotzdem arbeiten wichtige, gesellschaftliche Kräfte an einer vollständigen oder wenigstens teilweisen Verkabelung von Transportleitungen für elektrische Energie.

Ein Vergleich sei gestattet. Die deutsche Stromwende ist sozusagen eine Expedition wie die Erstbesteigung des Mount Everest – in diesem Bild wird der höchste Berg der Welt erstmalig bestiegen und zwar von den Deutschen. Und als ob das nicht genug der Herausforderung wäre, haben sich die Deutschen entschieden, die Erstbesteigung ohne Sherpa und ohne Sauerstoffgerät zu machen. Natürlich kann auch das gelingen. Es macht die Sache aber riskanter.

In der Wahrnehmung der deutschen Öffentlichkeit wird die Energiewende häufig ausschließlich auf eine Transformation der Stromversorgung reduziert. Energiewende heißt

aber nicht nur Stromwende, sondern Transformation der gesamten Energieversorgung, auch wenn die Stromversorgung von besonderer Bedeutung ist. Folgende Zahlen ordnen das ein. Die so genannte *Primärenergie*-Versorgung in Deutschland basiert in 2013 zu ca. 80 Prozent auf kohlenstoffhaltigen Energieträgern, wie Kohle, Erdöl oder Erdgas. Trotz aller Anstrengungen ist seit der deutschen Einheit nur eine Reduktion um ca. 10 Prozentpunkte gelungen (1990: ca. 88 Prozent). Für die Stromversorgung liegt der anteilige Primärenergieeinsatz bei ca. 40 Prozent, d. h. weniger als die Hälfte der in Deutschland verbrauchten Primärenergie wird für die Stromversorgung und deutlich mehr als die Hälfte für den übrigen *Endenergie* Bedarf eingesetzt. Der Beitrag der Stromversorgung zur *Dekarbonisierung* ist allerdings überproportional, weil mehr als die Hälfte der vorher benannten 10 Prozentpunkte auf das Konto der Stromversorgung gehen. Seit 1990 war die Stromversorgung offensichtlich leichter von Kohlenstoffen zu befreien, als der restliche Endenergiebedarf der Verbraucher. Mit diesem Wissen sind auch die hochgesteckten, politischen Ziele für die Stromversorgung nachvollziehbar. So soll die Stromversorgung in Deutschland in 2050 zu 80 Prozent CO₂ frei sein. Bis Ende 2012 war Deutschland bereits einen erheblichen Teil der Wegstrecke gegangen; der Anteil der CO₂ freien Stromerzeugung am deutschen Strommarkt beträgt in 2014 mehr als 40 Prozent.

Die Schlussfolgerung aus den vorgenannten Zahlen ist eindeutig: Eine erfolgreiche Stromwende ist zwar keine hinreichende Bedingung für eine erfolgreiche Energiewende, aber eine Notwendige – oder kurz: Ohne erfolgreiche Stromwende keine Energiewende. Dabei ist die Hervorhebung der Stromwende keine Geringschätzung übriger, bedeutender Elemente einer Energiewende. Mindestens zwei weitere Transformationen sind zeitgleich mit der Stromwende erforderlich. Das ist zum einen die Steigerung der Energieeffizienz beim Verbraucher. Die so genannte *Energieproduktivität* ist seit 1990 temperaturbereinigt kontinuierlich und insgesamt bis 2013 um mehr als 50 Prozent gestiegen. Ohne eine Fortsetzung dieser Entwicklung und einen noch intelligenteren und noch Ressourcen effizienteren Einsatz von Energie wird die Energiewende nicht gelingen. Gleiches trifft zum anderen auf die Dekarbonisierung des Verkehrssektors zu. Immerhin gehen fast 30 Prozent des Endenergiebedarfes in die Mobilität von Personen, Waren und Gütern. Die Steigerung der Energieeffizienz und die Dekarbonisierung des Verkehrssektors sind ebenso notwendige, wenn auch nicht hinreichende Bedingungen für eine erfolgreiche Energiewende. Trotzdem kann auf beide Aspekte in diesem Buch nur am Rande eingegangen werden und zwar immer dort, wo die Stromwende auch in den Verkehrssektor hineinwirkt bzw. wo eine Steigerung der Energieeffizienz durch eine Umstellung von fossilen Energieträgern auf Strom als Endenergieträger möglich ist.

Über viele Jahre produzierte die Stromwende ausschließlich Erfolgsmeldungen. Als Erfolgsmaßstab galt vor allem der Ausbau der Stromerzeugung aus erneuerbaren Energien, bei dem immer neue Zielmarken überschritten wurden. Ende des 20. Jahrhunderts war die Wasserkraft in Deutschland mit einem Anteil von knapp vier Prozent und einer Stromproduktion von ca. 20 Milliarden Kilowattstunden die bedeutendste erneuerbare Energiequelle. Innerhalb von weniger als 10 Jahren wurde die Stromproduktion aus Wasserkraft nacheinander von der Windkraft, von der Biomasse und schließlich von der Photovoltaik

überholt. Alle drei erneuerbaren Energiequellen tragen seither mehr zur Stromerzeugung bei, als die Wasserkraft. In die Erfolgsmeldungen mischen sich jedoch seit 2010 mehr und mehr kritische Stimmen. Gemessen an dem im *EnWG* verankerten Zweck des Gesetzes wird beklagt, dass die drei wichtigsten Ziele aus Preiswürdigkeit, aus Versorgungssicherheit und aus Umweltverträglichkeit immer weniger erreicht werden. Das lässt sich an folgenden, unbestreitbaren Fakten festmachen:

- Preiswürdigkeit:

Die Kosten der Stromwende bilden sich in stetig steigenden Strompreisen ab. Als Folge des EEG sind insbesondere Privat- und Gewerbekunden betroffen, denn sie müssen über die EEG-Umlage die Hauptlast der Umstellung auf eine wachsende erneuerbare Stromerzeugung schultern. Der Strompreis ist für Privatkunden im Zeitraum von 2009 bis 2014 um mehr als 40 Prozent gestiegen; die allgemeine Preissteigerung betrug im gleichen Zeitraum hingegen nur etwas mehr als 7 Prozent.

- Versorgungssicherheit:

In Folge der Fukushima Katastrophe entscheidet die Bundesregierung im März 2011 umgehend 8 Kernkraftwerke an 7 Standorten mit einer installierten Leistung von mehr als 6000 Megawatt stillzulegen. Das rückt u. a. die Frage nach der Sicherheit der Stromversorgung in den Fokus der öffentlichen Debatte, besonders vor dem Hintergrund der Ereignisse aus dem Frühjahr 2012. Es ist kalt in Deutschland; Stromerzeugung aus Wind und Sonne tragen kaum zur Versorgung bei und erstmalig schrammt die deutsche Stromversorgung nur knapp an Zwangsabschaltungen von Kunden vorbei, um sie insgesamt noch sicherzustellen zu können und einen so genannten *Blackout* zu verhindern.

- Umweltverträglichkeit:

Im Jahresvergleich sind den Statistiken von 1990 bis 2012 überwiegend sinkende CO₂ Emissionen zu entnehmen; wenige Ausnahmen sind temperatur- oder konjunkturbedingt erklärbar. Sowohl in 2012 als auch in 2013 erhöhen sich jedoch die energiebedingten CO₂ Emissionen im Vorjahresvergleich. Der langjährige positive Trend ist durchbrochen und der Grund dafür liegt auf der Hand. Die Stromerzeugung aus Braun- und Steinkohle nimmt wieder zu, während die klimafreundlichere Stromerzeugung aus Erdgas gleichzeitig zurückgedrängt wird. Im Jahr der deutschen Einheit 1990 betrug der Anteil der Stromerzeugung aus Kohle noch ca. 57 Prozent. Der Anteil konnte bis 2010 kontinuierlich auf ca. 41 Prozent verringert werden. Seitdem steigt er wieder an und liegt 2013 auf einem Niveau von über 45 Prozent.

Fakten belegen, dass die Stromwende in eine schwierige Phase eingetreten ist, und von der Politik wird erwartet, sie schnellstmöglich zu beenden. Keine leichte Aufgabe für die Verantwortlichen, denn bei genauerer Betrachtung muss die Quadratur des Kreises gelingen. Der SPD-Parteivorsitzende Sigmar Gabriel fordert einen „Neustart“³ der

³ Interview des SPD Vorsitzenden Sigmar Gabriel mit der Bild am Sonntag am 5. Februar 2013: „Strompreisbremse und Energiewende: Wir brauchen einen Neustart“.

Energiewende, lange bevor er Ende 2013 Wirtschaftsminister wird. Aber auch als erster Energieminister kann er Altlasten, Besitzstände und in Zukunft bestehende Ansprüche von erneuerbaren Stromerzeugern nicht aus der Welt schaffen. Das zeigt sich bereits wenige Wochen nach seiner Amtsübernahme, als er das Jahr 2014 mit Vorschlägen zu einer Reform des EEG beginnt. Eine tiefgreifende EEG Reform wurde von allen maßgeblichen politischen und gesellschaftlichen Gruppen zuvor angemahnt. Zu Unrecht ernten die Vorschläge des Ministers nahezu ausschließlich Kritik. Die Reaktionen zeigen jedoch, wie unterschiedlich die Interessen rund um die erneuerbaren Energien mittlerweile sind und dass es keinen Königsweg aus den bestehenden Zielkonflikten gibt.

Wie kann die Stromwende aussehen? Antworten darauf spiegeln das jeweilige Wunschenken der Beteiligten und der Betroffenen, und ihre Wünsche liegen zum Teil weit auseinander. In der Politik, in der Zivilgesellschaft und selbstverständlich in der Stromwirtschaft und deren Ausrüstungsindustrie wird darüber kontrovers diskutiert. Die Liste der Konfliktthemen ist lang und laufen keineswegs nur entlang einer parteipolitischen Färbung. Hinter den Themen stehen unterschiedliche Interessen der nördlichen versus der südlichen Bundesländer, der kleinen Verbraucher versus der Industriekunden, der Umweltverbände versus der deutschen Industrie usw. Logischerweise mangelt es in einem Wunschkonzert nicht an Vorschlägen, was getan werden sollte und was dringend unterbleiben muss. Die meisten Vorschläge sind zielgerichtet und brauchbar, allerdings auch Interessen geleitet, denn sie dienen zunächst dem, der den Vorschlag unterbreitet.

Die Lage bei der Stromwende ist komplex und unübersichtlich geworden. Der Energieminister spricht von Anarchie.⁴ Kritische Beobachter interpretieren sie als chaotisch oder sehen überall Ratlosigkeit ohne Auswege aus den vielen Sackgassen. Wohlmeinendere beurteilen die unübersichtliche Lage als Zeichen eines bereits fortgeschrittenen Transformationsprozesses, der sich neue Wege und Geschäftsmodelle sucht. Sie halten es mehr mit *Schumpeter* und der schöpferischen Kraft der Zerstörung, von der zum Beispiel die etablierten Geschäftsmodelle in der Stromerzeugung bereits heimgesucht werden.

Vermutlich haben alle Seiten Recht. Die Stromwende ist tatsächlich in einem fortgeschrittenen Transformationsprozess, der weltweit so einzigartig und so tiefgreifend ist, dass er nicht in geplanten, linearen Bahnen verlaufen kann. Er gleicht vielmehr einem bisweilen etwas chaotischen Suchprozess, bei dem sich der ein oder andere Pfad am Ende als Sackgasse erweist. Auch solche Fehlversuche sind in einem auf Innovationen angewiesenen Prozess zu akzeptieren. Die entsprechenden Fehlversuche müssen nur schnell als solche erkannt und korrigiert werden.

Was die Stromwende tatsächlich und kurzfristig voranbringen kann, wird im Weiteren aufgezeigt. Unhaltbare Versprechen und reißerische Visionen fallen konsequenterweise aus. Ein Anspruch an das Machbare muss sich notwendigerweise von einem Wunsch-

⁴ Interview von Sigmar Gabriel mit der Welt am Sonntag, 29. Dezember 2013; Gabriel Zitat in Bezug auf die Energiewende: „Ich glaube, wir brauchen einen Neustart. Es liegt so viel im Argen bei der Energiewende. Da herrscht zum Teil Anarchie. Alle machen mit, aber keiner weiß, wohin. Das ist das größte Problem, vor dem diese Regierung steht.“

denken lösen, das zwar den Beifall derjenigen auslöst, die sich darin wiederfinden, aber ansonsten nichts bewegt.

Über das Etablierte muss dabei mutig hinausgegangen werden. Die Stromwende ist nicht nur mit bekannten Technologien und den darauf abgestellten Geschäftsmodellen zu meistern. Die bekannten und bedeutsamen Geschäftsmodelle bauen auf einer hierarchischen Struktur von Stromtransport- und Stromverteilungsnetzen sowie auf den konventionellen Formen der Stromerzeugung auf. Dazu zählen übrigens nicht nur Kraftwerke auf der Basis von Kohle und Erdgas, sondern auch die meisten, großen Erzeugungsanlagen auf der Basis von Wind und Photovoltaik. Antworten auf die anstehenden Herausforderungen der Stromwende können nicht nur in diesem Umfeld gefunden werden. Das wird schon deshalb nicht funktionieren, weil bestimmte Technologien unter erheblichem Druck der Zivilgesellschaft stehen oder von ihr sogar ausgeschlossen werden. Hier sind die Kernenergie, CCS, Fracking etc. nochmals zu benennen.

Eine zu wenig beachtete Option für die Stromwende muss die Perspektive sein, was Stromkunden beitragen können und werden, wenn die Rahmenbedingungen stimmen. Ein großes und bislang weitgehend ungenutztes Potential zur kostenoptimalen Realisierung der Stromwende liegt in der Einbindung der Stromkunden und zwar in vielfältiger Hinsicht.

Eine große Anzahl der Stromkunden kann sich in bestehenden Stromversorgungssystemen hinsichtlich einer *Ressourceneffizienz* nicht *intelligent* verhalten. Es fehlt den meisten Kunden eine technische Ausrüstung, die sie dazu in die Lage versetzt. Die Stromkunden sind überwiegend passive Verbraucher elektrischer Energie, deren Nachfrage kurzfristig nicht auf Preissignale reagiert. Die technischen Anlagen und Geräte beim Kunden werden aber zunehmend ein aktiver Teil des Stromversorgungssystems. Sie übernehmen eine aktive Rolle durch lokale Stromproduktion, Speicherung, Nachfragesteuerung und Verbindung mit anderen Formen des Energiebedarfes, wie beispielsweise dem Bedarf nach Wärme.

Die Rolle der Kunden wird allerdings noch weitgehender sein, da ihre technischen Anlagen vor Ort perspektivisch nicht nur lokalen Nutzen erzeugen werden. Die regional verteilten Kundenlösungen werden zu Systemen integriert und können langfristig u. a. zur Stabilität der Stromversorgung beitragen. Jede Einzelanlage eines Kunden kann so einen Beitrag zu einem Systemnutzen generieren. Die auf viele Stromkunden verteilten Ressourcen haben das Potential im Verbund genutzt zu werden. Das braucht zusätzliche, neue Instrumente, mit denen eine *Schwarmintelligenz*, also ein intelligentes Verhalten einer Gruppe von Stromkunden, organisiert werden kann.

Der einzelne Stromkunde und die Zusammenführung von Stromkunden zu Verbrauchergruppen bieten zusätzliche Potentiale für die Stromwende. Neben den notwendigen technischen Voraussetzungen beim Kunden werden sich solche Potentiale jedoch nur heben lassen, wenn auch die von den Endkunden genutzte Infrastruktur technisch aufgerüstet wird. Die Verteilungsnetze, an denen die mit Abstand höchste Zahl der Stromkunden angeschlossen ist, müssen dazu umfangreich ertüchtigt und umgebaut werden. Sie müssen

zu intelligenten Stromnetz werden, für die sich der englische Begriff *Smart Grid* durchgesetzt hat.

Wenn im Folgenden von einer intelligenteren Stromversorgung die Rede ist, so ist damit das Zusammenspiel aus drei Faktoren gemeint, die in Zukunft eine bedeutendere Rolle spielen werden:

- Der einzelne Stromkunde, dem durch neue technische Anlagen und Geräte ein intelligentes Verbrauchsverhalten möglich gemacht wird, und
- die Gemeinschaft der Stromkunden, die als intelligente Gruppe einen zusätzlichen Systemnutzen generieren kann, weil sie über moderne Informations- und Kommunikationstechnik verfügt, und
- eine Netzinfrastruktur, die aufgrund einer technisch fortgeschrittenen Ausrüstung ihren unverzichtbaren Beitrag leisten wird, damit zusätzlicher Nutzen für den einzelnen Stromkunden und deren Gemeinschaft überhaupt möglich werden.

Die Stromwende kann durch eine intelligenteren Stromversorgung Rückenwind erhalten und die Ressourceneffizienz kann so erheblich gesteigert werden. Das gilt gleichermaßen für die Ressource Primärenergiebedarf zur Stromerzeugung und die damit im Zusammenhang stehenden reduzierten CO₂ Emissionen, wie auch für die Ressource Kapital, die ebenfalls so effizient wie möglich eingesetzt werden muss, wenn die Stromwende gelingen soll.

Möglich wird dies durch neue Technologien und Geschäftsmodelle, auf die im Weiteren noch einzugehen sein wird. Unterstützung und Stimulierung erfährt die Stromwende zusätzlich durch weitreichende, globale Veränderungsprozesse, die unter den Begriffen 4. Phase der industriellen Revolution oder 4. Industrielle Revolution bekannt sind. Dem Unternehmen General Electric Corporation wird die Kreation des Begriffs *industrial internet* zugeschrieben. Das ist eine gelungene Wortkreation, weil sie eine unmittelbare Verbindung zwischen den Begriffen einer industriellen Revolution und dem Internet der Dinge schafft.

Während die Auswirkungen grundlegender Veränderungsprozesses für die Energiewirtschaft vergleichsweise neu sind, laufen sie in der globalen Produktionswirtschaft, in der der deutsche Anlagen- und Maschinenbau traditionell eine herausragende Stellung einnimmt, schon seit einiger Zeit ab. Zur Beschreibung dieser Entwicklungen setzt sich in Deutschland allmählich der Begriff *Industrie 4.0* durch, mit dem „eine Fertigungsform bezeichnet (wird), in der alles hochgradig vernetzt, äußerst flexibel und extrem individualisierbar ist“.⁵

Alle vier Phasen der industriellen Revolution wurden durch tiefgreifende, technologische Veränderungen ausgelöst. Sie haben bestehende Industriezweige verändert, Neue entstehen lassen und ehemals Bedeutende marginalisiert. Alle bisherigen Phasen haben auch die Stromversorgung maßgeblich verändert. Schon deshalb lässt sich das unschwer

⁵ Harald Weiss in seinem Bericht „Industrie 4.0 – ein deutsche Begriff“ (VDI Nachrichten, Januar 2014).

auch für die jetzt anstehende Phase prognostizieren. Der Einfluss und die Auswirkungen auf die Stromwirtschaft werden im Folgenden verkürzt mit *Strom 4.0* bezeichnet. Die Anlehnung an den Begriff Industrie 4.0 geschieht in dem Verständnis, dass die technischen Komponenten eines Stromversorgungssystems zukünftig ebenfalls durch eine deutlich höhere Vernetzung, durch eine steigende Flexibilisierung und durch eine stärkere Individualisierung gekennzeichnet sein werden. Das geht weit über die Stromnetze selbst hinaus und erfasst, wie bereits ausgeführt, insbesondere den Stromkunden.

Die Übertragung der Begriffe lässt sich auch am Beispiel einer besonders prägnanten Herausforderung in der Produktionswirtschaft festmachen. Mit *Losgröße 1* wird der Anspruch formuliert, dass die spezifischen Fertigungskosten eines Produktes bei gleicher Produktqualität den Kosten einer Losgröße von z. B. 1000 oder mehr entsprechen sollen. Gerade durch die unter dem Stichwort Industrie 4.0 erwarteten Innovationen kann das langfristig realisierbar werden. Übertragen auf die Stromversorgung würde es bedeuten, dass die Erzeugung, Verteilung und Verwendung jeder einzelnen Megawattstunde elektrischer Energie in einem intelligenten Stromversorgungssystem mit niedrigsten Transaktionskosten erfasst und optimiert werden kann. Gemessen an dem Status Quo üblicher Stromversorgungssysteme beschreibt es die Dimension der Herausforderung.

Die Stromwende ist als Teil einer Energiewende zu verstehen, zu der sich Deutschland gesellschaftspolitisch entschieden hat. Deutschland nimmt mit seiner Energiewende eine globale Vorreiterrolle ein, auch weil derzeit nicht erkennbar ist, dass sich ein vergleichbares Industrieland zu einer beschleunigten Transformation der eigenen Energieversorgung entschließt. Energiewende und Stromwende sind als nationale, politische Ambition weltweit einzigartig. Der Transformationsprozess Strom 4.0, der im Wesentlichen Technologie getrieben ist, spielt sich hingegen nicht nur national, sondern global ab. Insofern ist Strom 4.0 ein neues, stimulierendes Element und eine Opportunität, die zum Gelingen der deutschen Stromwende beitragen kann.

Durch die 4. Phase der industriellen Revolution müssen sich die meisten Industrien im Lichte rasanter technologischer Veränderungen anpassen, so auch die Stromwirtschaft, weltweit. Mit der eingeführten Definition ist Strom 4.0 mindestens eine Herausforderung, wenn nicht sogar eine Bedrohung für bestehende Technologien und deren Geschäftsmodelle in der Stromwirtschaft. Ob Strom 4.0 für den einzelnen Energieversorger eine existentielle Bedrohung wird, oder ob es sich vielmehr als eine große Opportunität herausstellt, hängt von strategischen Entscheidungen im Management der Unternehmen ab. Im Folgenden wird jedenfalls unterstellt, dass Strom 4.0 eine industrielle Chance ist, auch wenn einzelne Unternehmen in Schwierigkeiten geraten werden und Arbeitsplätze langfristig verloren gehen. Trotz der unbestreitbaren Risiken bietet der Prozess aber überwiegend Chancen, auch für die Beschäftigung, insbesondere weil sich global verfügbare Innovationen in Deutschland realisieren lassen und so zeigen, welchen Beitrag sie zur Stromwende liefern können. Das ist das zentrale Thema dieses Buches – daher auch der gewählte Titel – Strom 4.0.

Strom 4.0 stellt aber nicht nur neue Technologien und Geschäftsmodelle zur Verfügung. Die neuen Möglichkeiten werden auch die Rolle der Kunden und Verbraucher neu

definieren. Bislang reduziert sich die Einbindung des Verbrauchers darauf, dass er die Stromwende bezahlen darf. Er ist mehr oder weniger passiver Konsument und darf die Rechnung begleichen, die von den Stromversorgern ausgestellt wird und die zu erheblichen Teilen von der Politik zu verantworten ist. Es kann nicht überraschen, dass sich dagegen immer mehr Widerstand regt. Mit den wachsenden technischen Möglichkeiten werden dem Kunden völlig neue Optionen eröffnet, die er bislang nicht kannte. Nicht zuletzt werden dem Kunden echte Alternativen angeboten, seine Energieversorgung und sein Energiemanagement zu erheblichen Teile selbst in die Hand zu nehmen.

Ein gewisses Maß an Autonomie hinsichtlich einer teilweise eigenständigen Energieversorgung kannten bislang nur die großen Industrieverbraucher. Das wird so nicht bleiben, wie noch zu belegen sein wird. Die einer Stromwende dienenden Potentiale beim Stromkunden werden jedenfalls nicht oder wenigstens nicht ausreichend genutzt. Der vom zuständigen Bundesminister geforderte „Neustart“ der Energiewende darf daher nicht nur auf die bekannten konventionellen Lösungen setzen. Wenn die Politik in Deutschland die richtigen Rahmenbedingungen setzt, können sich neue, kundennahe Technologien und Geschäftsmodelle durchsetzen, und es geschieht letztendlich, was sich die politischen Parteien von CDU/CSU und SPD in ihrem Koalitionsvertrag vorgenommen haben, nämlich *„Deutschland zu einem der modernsten Energiestandorte der Welt (zu) entwickeln“*.

Der Schlüssel für die entscheidenden Weichenstellungen in diesem Transformationsprozess liegt bei der Politik und der von ihr verantworteten Regulierung des Stromversorgungssystems. Die richtige Politik und eine auf Innovationen ausgerichtete Regulierung können neue Potentiale für die Stromwende eröffnen. Das ist keine verdeckte Forderung nach neuen Subventionen oder direkten staatlichen Förderungen. Die Verantwortlichen in Politik und Regulierung können vielmehr die weltweit ohnehin ablaufenden Transformationsprozesse, wie die 4. Phase der industriellen Revolution, nutzen, um Rückenwind für die Stromwende erzeugen. Allerdings kann eine solche Lenkungswirkung nur mit weitestgehenden, gesetzlichen Maßnahmen erzielt werden.

Die Vision von der deutschen Energiewende und damit auch einer unverzichtbaren Stromwende ist beschrieben. Realität kann eine Vision nur mit einer klaren Strategie werden und eine solche Strategie braucht, neben der bereits bekannten Zielvorstellung, auch eine Standortbestimmung. Nur wenn die deutsche Politik weiß, wo der eigene Ausgangspunkt ist, kann die Richtung vorgegeben werden, um letztendlich politisch gesetzte Ziele zu erreichen.

Deshalb wird nachfolgend zunächst zurückgeblickt und erläutert, wie sich das deutsche Stromversorgungssystem insbesondere nach dem 2. Weltkrieg entwickelt hat. Anschließend wird aus der Perspektive der Stromwirtschaft aufgezeigt, warum sie sich in einer tiefen, strukturellen Krise befindet. Dem schließt sich eine kritische Auseinandersetzung mit der bestehenden Regulierung in der Energie- und Klimapolitik an. Zusammen beschließt das die Beschreibung des Status quo bzw. des Ausgangspunktes für die deutsche Stromwende.

Anschließend werden mögliche Wege skizziert, die in mittlerer Frist für eine erfolgreiche Stromwende gegangen werden können. Dies geschieht anhand neuer Technologien

und Geschäftsmodelle, die ihren Praxistest bereits bestanden haben, und wird danach durch die geschäftlichen Aktivitäten einiger Unternehmen aus der Energiewirtschaft belegt. Abschließend werden Bedingungen und Ansätze für eine moderne Stromregulierung in Deutschland skizziert, die notwendig sind, damit bestehende Blockaden für Innovationen und Geschäftsmodelle beseitigt werden können. In verdichteter Form werden für folgende, zentrale Fragen rund um die Stromwende Antworten formuliert:

- Warum reichen die herrschenden Formen der Stromerzeugung allein nicht aus, um die Stromwende zu meistern?
- Wie sehen neue Technologien und neue Geschäftsmodelle rund um den Stromkunden konkret aus?
- Welche Unternehmen haben sich bereits auf den Weg gemacht, verfügen über vielversprechende Technologien und realisieren zukunftssträchtige Geschäftsmodelle?
- Wie reagieren die etablierten Stromversorger auf den Trend der kundennahen Energiegeschäfte und Dienstleistungen?
- Wie sieht ein neuer Regulierungsrahmen aus, damit innovative Lösungen ihren Beitrag zu deutschen Stromwende leisten können?

Den Fragen wird sich aus unterschiedlichen Perspektiven genähert. Jeder Perspektive wird eine *Hypothese* vorangestellt, in der die wesentlichen Aussagen in dem jeweiligen Kapitel kondensiert werden.

Strom 4.0

Innovationen für die deutsche Stromwende

Maubach, K.-D.

2015, VI, 159 S. 6 Abb. in Farbe., Softcover

ISBN: 978-3-658-08612-1