

Die Energiewende in Deutschland: Strategische Entscheidungen für die Zukunft

Claudia Kemfert

Zusammenfassung

Ausgehend vom Pariser Klimaabkommen und dem Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung stellt der Beitrag dar, worin die Energiewende im einzelnen besteht, welche Schwierigkeiten ihrer Durchsetzung entgegenstehen und welche neuen Möglichkeiten für Wirtschaft und Gesellschaft damit verbunden sind.

Die Energiewende ist eines der größten Projekte, die Deutschland sich je vorgenommen hat. Um die Klimaziele in Deutschland gemäß dem Pariser Klimaabkommen zu erfüllen, muss das Energiesystem komplett dekarbonisiert werden. Der jüngst verabschiedete Klimaschutzplan 2050 der Bundesregierung sieht erstmals für die einzelnen Sektoren Ziele vor. Beispielsweise muss im Verkehr schon bis 2030 eine Reduktion der Treibhausgasemissionen von 40 bis 42 Prozent gegenüber 1990 erreicht werden (Bundesregierung 2016). Neben dem Gebäudeenergie- und dem Verkehrsbereich muss aber vor allem der Stromsektor einen erheblichen Beitrag zur Emissionsminderung leisten. Das Ziel ist, den Anteil Erneuerbarer Energien (EE) an der Stromerzeugung von heute etwas über 30 Prozent bis zum Jahre 2050 auf mindestens 80 Prozent zu erhöhen. Bis zum Jahre 2022 werden außerdem die restlichen Atomkraftwerke, die vor allem im Süden Deutschlands im Einsatz sind, abgeschaltet. Schließlich geht es darum, die Energieeffizienz in allen Sektoren drastisch zu verbessern. Die Energiewende soll somit zu einer dauerhaft nachhaltigen Energieversorgung führen.

Es geht also um nichts weniger als um den Komplettumbau des Energie- und Verkehrssystems. Das „alte“ Stromsystem, basierend in erster Linie auf Atom- und Kohle-



Prof. Dr. Claudia Kemfert

Leiterin der Abteilung Energie, Verkehr und Umwelt am Deutschen Institut für Wirtschaftsforschung und Professorin für Energieökonomie und Nachhaltigkeit an der Hertie School of Governance, Berlin.

Foto: www.claudiakemfert.de/fotos

Großkraftwerken, muss transformiert werden in ein neues, auf erneuerbaren Energien basierendes, dezentrales, intelligentes und dynamisches Energiesystem. Der Transportsektor muss auf Nachhaltigkeit ausgerichtet sein, das erfordert vor allem alternative und nachhaltige Antriebsstoffe und -technologien. Überflüssiger Verkehr ist ebenso wie Feinstaub, Lärm und Staus zu vermeiden, mehr Effizienz ist im Verkehr vor allem durch eine intermodale Verknüpfung der verschiedenen Verkehrsmittel und durch eine stärkere Förderung der aktiven Mobilität – also des nicht-motorisierten Verkehrs – zu erreichen. Das neue Energie- und Mobilitätssystem wird mit dem alten nicht mehr viel gemeinsam haben (Kemfert 2016 und Kemfert et al. 2015).

Kein bequemer Weg

Dass eine derart tiefgreifende Transformation nicht ohne Kontroversen und Konflikte und auch kaum ohne temporäre technologische wie politische Ineffizienzen vonstatten gehen kann, liegt auf der Hand. Einen umfassenden Masterplan gibt es nicht und kann es auch nicht geben. Hinzu kommt, dass die Pfadabhängigkeiten groß und die Bestrebungen entsprechend stark sind, das bisherige System möglichst lange aufrecht zu erhalten. So kommt es nahezu zwangsläufig dazu, dass in der Übergangszeit zwei Energiesysteme quasi parallel existieren, das auf fossilen Energien und das auf erneuerbaren Energien basierende. Dies schafft hohe Transaktionskosten und führt zu suboptimalen Lösungen. Neben Gewinnern gibt es auch Verlierer in diesem Strukturwandel. So werden teils aus Unsicherheit über die eigene Rolle im künftigen Energiesystem und teils gezielt Ängste geschürt. Es gibt erhebliche Vorbehalte gegen die Energiewende: sie sei schlecht gemanagt, verursache vermeidbare Kosten, führe wegen fehlender grundlastfähiger Erzeugungskapazitäten zu Blackouts, zwingt zu mehr Strom-Importen, erfülle die Klimaziele nicht, verschandele die Landschaften oder gefährde Menschen und Tiere.

Vor dem Hintergrund der tiefgreifenden technischen, wirtschaftlichen und gesellschaftlichen Veränderungen der Energiewende und der damit zusammenhängenden Konflikte kreisen die zentralen Fragen darum, wie das Energiesystem der Zukunft aussieht und wie es organisiert werden kann und soll. Werden wir tatsächlich von Windmühlen und großen Stromtrassen umgeben sein? Oder werden wir die Energie zum großen Teil selbst produzieren und mittels digitaler Technik steuern und verwalten? Welche Speicher kommen zum Einsatz? Mit welchen (Elektro-)Mobilien werden wir unterwegs sein? Welchen Nutzen hat die Energiewende - und vor allem: was kostet sie? Welche Rahmenbedingungen, welche Steuerungsinstrumente werden heute und morgen benötigt? Kann sich ein wettbewerblicher Markt unter allen Akteuren entwickeln? Welchen Anteil haben die Bürger an der Energiewende, wie kann Akzeptanz und Partizipation geschaffen und auf Dauer erhalten werden?

Die Energiewende erfordert effektiven Klimaschutz

Das selbst gesteckte Zwischenziel einer Treibhausgasemissionsminderung von mindestens 40% bis zum Jahre 2020 wird Deutschland nicht erfüllen. Das hat im Wesentlichen zwei Gründe: Zum einen ist der Anteil von Kohlekraftwerken im Stromsystem noch immer hoch. Zum anderen wurde es bisher versäumt, die Emissionen durch eine Verkehrswende zu vermindern. Im Stromsektor gibt es derzeit Stromangebots-Über-

kapazitäten, da noch immer ein hoher Anteil von Kohle- und Atomkraftwerken im Einsatz ist und zugleich Strom aus erneuerbaren Energien ins Netz gelangt. Durch die Überkapazitäten sinkt der Strompreis an der Börse, und billiger Strom wird exportiert. Das Überangebot und der niedrige Börsenpreis haben Folgen: die Wirtschaftlichkeit von konventionellen Kraftwerken wird geschmälert. Aus diesem Grund und weil die CO₂-Preise auf einem historisch niedrigen Niveau liegen, sind Braunkohlekraftwerke derzeit die wirtschaftlichste Form der Stromherstellung. Daher ist der Einsatz von Kohlekraftwerken anteilig angestiegen und mit ihm die Treibhausgasemissionen. Somit rechnen sich die für die Energiewende notwendigen Geschäftsmodelle nicht, inklusive der notwendigen innovativen und flexiblen Gas- und Pumpspeicherkraftwerke. Alte, ineffiziente Kohlekraftwerke sorgen nicht nur für einen enormen Stromangebotsüberschuss, sondern produzieren auch zu viele Treibhausgase. Zudem sind sie in der Kombination mit erneuerbaren Energien zu inflexibel. Kohlekraftwerke eignen sich nicht als Brückentechnologie für eine nachhaltige Energiewende. Gaskraftwerke verursachen nicht nur weniger Treibhausgase, sondern können oftmals flexibler eingesetzt werden als Kohlekraftwerke. Ein erster wesentlicher Schritt zur Erfüllung der Klimaziele und zur Transformation des Stromsystems wäre somit ein schrittweiser Ausstieg aus der Kohleverstromung.

Zudem verursacht der Verkehrssektor knapp 20 Prozent der Emissionen in Deutschland und sollte ebenso zur Treibhausgasreduzierung beitragen. Bisher ist dies nicht gelungen, im Verkehrssektor sind die Treibhausgasemissionen im Vergleich zu 1990 fast gar nicht gesunken (UBA 2016). Zwar emittieren die Fahrzeuge durchschnittlich weniger Treibhausgase, doch ist insgesamt das Fahrzeugaufkommen gestiegen, sodass die Effizienzgewinne durch mehr Fahrleistung aufgehoben werden.

Die Energiewende erfordert auch eine Gebäudeenergie- und Verkehrswende

Die Energiewende wird ohne eine Gebäudeenergie- und Verkehrswende kaum möglich sein. Etwa ein Drittel der Gesamtenergie wird in Gebäuden verbraucht. Durch energetische Gebäudesanierung kann der Energieverbrauch deutlich gesenkt werden. Zudem können Gebäude selbst zu Energieherstellern werden (vgl. Großklos, Schaede 2016). Mittels Solaranlagen auf dem Dach und Speichermedien im Keller können „Prosumer“ Teil der Energiewende werden, nicht nur weil sie Energie herstellen und selbst verbrauchen, sondern auch – wenn sie miteinander verbunden werden –, weil sie die Netze entlasten können.

Ebenso wichtig ist die Verkehrswende. Strom aus erneuerbaren Energien kann für die Mobilität der Zukunft genutzt werden und die für die Energiewende so wichtigen Sektoren miteinander verzahnen („Sektorkopplung“) (vgl. Canzler, Knie 2013). Erneuerbarer Energien-Strom kann nicht nur Bahnen und Elektrofahrzeuge antreiben, sondern auch zur Herstellung von Wasserstoff oder synthetischem Gas („Power to Gas“) genutzt werden, welche wiederum als Kraftstoffe verwendet werden können. Letztere wären auch als langfristige Speicher nutzbar und könnten so die Versorgungssicherheit eines auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems deutlich erhöhen.

Nachhaltiger Verkehr bedeutet allerdings mehr als die Substitution der Energiegrundlage. Gleichzeitig ist es notwendig, unnötigen Verkehr zu vermeiden und eine Optimierung des Verkehrs durch intermodale Verkehrsdienstleistungen zu fördern

(SRU 2017), indem die unterschiedlichen Verkehrsformen besser miteinander verknüpft werden. Es muss nicht zuletzt eine enge Verzahnung von Öffentlichem Personennahverkehr und Car-Sharing-Angeboten sowie mit dem Fahrradverkehr geben. In Ballungsräumen der Zukunft werden keine Autos gekauft, sondern Mobilitätsdienstleistungen.

Die politischen Rahmenbedingungen sind für eine nachhaltige Verkehrswende bisher allerdings wenig günstig. Noch immer setzt sich Deutschland nicht für strenge EU-Emissionsgrenzwerte ein und hat mit der Dieselsteuererleichterung vor allem hohe Feinstaub- und Stickoxide in Ballungsräumen mit zu verantworten. Der Wille zu einem Umstieg hin zu einer nachhaltigen Mobilität ist nicht zu erkennen. Eine Kaufprämie für Elektroautos einzuführen, ohne die einseitige Bevorzugung des privaten Autos mit Verbrennungsmotor abzubauen, ist wenig erfolgversprechend. Die Elektromobilität ist ein wichtiger Baustein für eine postfossile Mobilität, allerdings muss sie einhergehen mit einer Förderung sowohl neuer gemeinschaftlicher Nutzungsformen des Autos als auch der Förderung der nicht-motorisierten Mobilität (Canzler, Knie 2016).

Die Energiewende erfordert einen breiten Mix an Instrumenten – Emissionshandel und CO₂-Preis allein reichen nicht aus

Europäischer Emissionshandel (EU ETS = EU Emission Trading System)

In der Debatte um eine möglichst effiziente und zugleich effektive Ausgestaltung der politischen Rahmenbedingungen zur Erfüllung der Klimaziele und der Energiewende werden regelmäßig Forderungen laut, das klimapolitische Instrumentenportfolio zu verschlanken (Vgl. Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016)). Anstelle vieler Instrumente zur Senkung der Emissionen und Förderung der Energiewende solle vor allem auf den Europäischen Emissionshandel (EU ETS) als Leitinstrument gesetzt werden. Auf den Einsatz komplementärer Instrumente solle weitgehend verzichtet werden, um seine Effizienz nicht durch instrumentelle Wechselwirkungen zu beeinträchtigen. Die Vorschläge für eine Fokussierung auf den Emissionshandel beruhen auf der ökonomischen Vorstellung einer kosteneffizienten Minderung des Treibhausgasausstoßes mittels marktbasierter Instrumente, in diesem Fall einer Mengensteuerung über handelbare Emissionsrechte. Aus dem Zusammenspiel von Angebot und Nachfrage ergebe sich ein einheitlicher Preis für Emissionsrechte und damit ein – über verschiedene Vermeidungsoptionen hinweg – identischer finanzieller Anreiz zur Minderung des Treibhausgasausstoßes. Durch einen einheitlichen Preis würden Unternehmen genauso wie Bürgerinnen und Bürger einen Anreiz erhalten, die jeweils günstigsten Maßnahmen zur Emissionsminderung zu ergreifen. Diese umfassen sowohl technische Innovationen, Investitionen in energieeffiziente Güter, Brennstoffwechsel als auch Verhaltensanpassungen. Weitere klimapolitische Instrumente in Form fiskalischer, ordnungsrechtlicher oder technologiespezifischer förderpolitischer Maßnahmen wären demnach ebenso verzichtbar wie eigenständige politische Zielvorgaben zum Ausbau der erneuerbaren Energien und zur Steigerung der Energieeffizienz. Die Forderung nach einer Konzentration auf den Emissionshandel erfolgt mit Verweis auf Inkonsistenzen und Verzerrungen, die durch den gleichzeitigen Einsatz verschiedener Instrumente entstünden und so zu erhöhten Kos-

ten der klimapolitischen Zielerreichung führen würden. Zudem wird angemahnt, dass den Emissionshandel ergänzende Instrumente ökologisch letztendlich wirkungslos blieben, da sie angesichts der aufgrund der dem EU ETS gesetzten Obergrenze zu keinen zusätzlichen Emissionsminderungen beitragen. Diese vermeintliche Ineffektivität wird auf den sogenannten Wasserbetteffekt zurückgeführt: Sinken die nationalen CO₂-Emissionen, werden CO₂-Zertifikate frei, die von Emittenten in anderen EU-Staaten genutzt würden. Die Gesamtemissionen auf europäischer Ebene blieben somit von nationalen Minderungsaktivitäten unberührt.

Allerdings sieht die tatsächliche Situation des europäischen Emissionshandels anders aus. Zum einen wurden die nationalen Ziele zum Ausbau der erneuerbaren Energien – und gleiches gilt für die Ziele zur Steigerung der Energieeffizienz – bei der Festlegung des Caps (Obergrenze für zulässige Emissionen) im EU ETS berücksichtigt. Die Ziele zur Minderung der Treibhausgas-Emissionen zum Ausbau der Erneuerbaren Energien und zur Verbesserung der Energieeffizienz stehen mithin nicht unabhängig nebeneinander, sondern bilden eine aufeinander abgestimmte Trias. Angesichts der zuvor angedeuteten Marktunvollkommenheiten können flankierende EE-Ausbau- und Effizienzziele die Kosten für die Erreichung der Klimaschutzziele mindern helfen. Zum anderen ist, mit Blick auf den derzeitigen – und auch für die nächsten Jahre prognostizierten – massiven Angebotsüberhang im CO₂-Zertifikatsmarkt nicht mit einem Wasserbetteffekt zu rechnen. In der gegenwärtigen und mittelfristig absehbaren Marktsituation würden frei werdende Zertifikate aufgrund verminderter Emissionen aus Deutschland nicht von anderen Emittenten innerhalb des EU ETS genutzt, sondern den kumulierten Überschuss weiter erhöhen.

Der aktuelle CO₂-Preis ist zu niedrig, die umweltschädlichen Subventionen sind zu hoch

Ein Instrument reicht nicht aus, um alle Ziele des Klimaschutzes und der Transformation des Energiesystems zu erreichen. Nicht nur weil beispielsweise die Sektoren Gebäude und Verkehr bisher gar nicht im Emissionshandel enthalten sind. Entscheidend ist, dass die bisherige Ausgestaltung des Emissionsrechtehandels mit hohen Zertifikatsüberschüssen beim fehlenden Einigungswillen der EU-Länder zur Verbesserung des Instrumentariums und der hohen Anfälligkeit für Lobbyeinfluss nicht die aus klimapolitischer Sicht notwendigen Signale gegeben hat. Ein CO₂-Preis von derzeit etwa 7 Euro pro Tonne ist ohne Zweifel viel zu niedrig, um ausreichende Signale zu senden. Allein für den Umbau des Stromsystems wären CO₂-Preise von 40 bis 60 Euro pro Tonne notwendig. Das Preissignal aus dem Emissionshandel alleine würde jedoch auch nicht ausreichen, um die Entwicklung innovativer Technologien und effizienter Produkte in den Sektoren Gebäudeenergie und Verkehr in einer gesamtwirtschaftlich effizienten Weise voranzutreiben.

Ein Mindestpreis für CO₂ kann helfen, zumindest kleine Lenkungswirkungen hin zu mehr Klimaschutz zu induzieren. Generell muss es jedoch eine Reform des Steuer- und Abgabensystems geben, muss eine Ökologisierung des Steuersystems durchgeführt werden. Seit Jahren sinkt der Anteil der umweltbezogenen Steuereinnahmen, die Subvention fossiler und umweltschädlicher Energien ist nach wie vor sehr hoch. Die höhere Abgabenbelastung von Strom gegenüber fossilen Kraftstoffen hemmt die angestrebte Elektrifizierung des Verkehrs. Strom sollte daher als Energieträger im Verkehr – zumindest relativ – entlastet werden. Nutzerinnen und Nutzer sollten zu-

dem einen stärkeren Anreiz haben, ihren Stromverbrauch an den Erfordernissen eines auf erneuerbaren Energien basierenden Energiesystems auszurichten. Generell sollte der Abbau von umweltschädlichen Subventionen ein zentrales Ziel für die neue Legislaturperiode sein. Allein im Verkehrssektor belaufen sich die umweltschädlichen Subventionen auf annähernd 30 Milliarden Euro jährlich. Dabei sind vor allem die Privilegierung von Diesel und Erdgas als Kraftstoff, die Entfernungspauschale sowie die niedrige pauschale Besteuerung privat genutzter Dienstwagen zu nennen.

Der Nutzen der Energiewende übersteigt die Kosten

Im Oktober jeden Jahres wird die EEG-Umlage für das kommende Jahr verkündet. Da diese und somit der Endkundenpreis für Stromkunden in den vergangenen Jahren immer gestiegen ist, wird dies als Anlass genommen, über die Kosten der Energiewende zu debattieren. Dabei ist die EEG-Umlage kein geeigneter Kosten-Indikator. Sie stellt die Summe der Vergütungszahlungen abzüglich des an der Börse vermarkteten Stroms dar. Da der Strompreis an der Börse in den vergangenen Jahren gesunken ist, steigt die EEG-Umlage überdurchschnittlich stark an. Die EEG-Umlage steigt, obwohl die Kosten der neu zu installierenden erneuerbaren Energien immer weiter sinken. Auch steigt sie, da immer mehr Industriekunden von der Zahlung ausgenommen werden. Zudem setzt sich der Endkundenpreis für Stromverbraucher aus weiteren Komponenten wie Netzentgelte, Stromsteuer, KWK (Kraft-Wärme-Koppelung)-Umlage, Umlage für Kraftwerksreserven oder Haftungsumlage für Offshore-Windenergie zusammen. Bei einer Betrachtung der Kosten der Energiewende ist jedoch immer der Nutzen gegenüber zu stellen und die Frage zu beantworten, was es kosten würde, die Energiewende nicht zu machen.

Der Strukturwandel ist mit dem Verlust alter und der Entstehung neuer Arbeitsplätze verbunden. Die Branche der erneuerbaren Energien zählt etwa 350.000 Beschäftigte, während in der Kohleindustrie noch ungefähr 70.000 Arbeitsplätze bestehen. Dort waren in den vergangenen Jahrzehnten noch über 600.000 Menschen beschäftigt. Allerdings sind die Beschäftigungseffekte der Energiewende ungleichzeitig und fallen zudem räumlich auseinander. Die Digitalisierung beispielsweise erlaubt Preisinformationen in Echtzeit, mit denen Erzeugung und Verbrauch optimiert werden können. Mehr EE, dezentrale Energiesysteme, eine höhere Energieeffizienz und auch nachhaltige Mobilitätsdienstleistungen verlangen neue Kompetenzen und Qualifikationen von den Beschäftigten. Schließlich müssen in einer umfassenden Kostenbetrachtung der Energiewende auch die vermiedenen Treibhausgasemissionen – und damit auch vermiedene Schäden durch den Klimawandel - einbezogen werden.

Die Energiewende hat zur Folge, dass künftig mehr und mehr auf die Verstromung von Kohle verzichtet werden wird, was wiederum den Kohle-Tagebau überflüssig macht. Die Umwelt- und Gesundheitsschäden durch den Tagebau werden so ebenso vermieden. Die Verbrennung von Kohle verursacht nicht nur klimagefährliche Treibhausgase, sondern auch andere umweltgiftige Emissionen wie Quecksilber und Feinstaub. Auch die Atomenergie verursacht hohe Kosten. Deutschland hat in den vergangenen Jahrzehnten hohe Subventionen für die Atomenergie bezahlt. England plant den Bau neuer Atomkraftwerke und will sie mit 11 Cent je Kilowattstunde über einen Zeitraum von 35 Jahren und einem Inflationsausgleich subventionieren. Zudem verursachen der Rückbau der Atomanlagen und die Einlagerung des Atommülls hohe Kosten. All diese Kosten werden durch die Energiewende zukünftig vermieden. Hinzu

kommt, dass weniger fossile Energien importiert werden müssen. In der Vergangenheit mussten dafür, je nach Rohstoffpreisen, bis zu 11 Mrd. Euro pro Jahr aufgewendet werden (Vgl. Öko-Institut (2015) und (2016)).

Gleichwohl kann die Energiewende dem „Dilemma der Ungleichzeitigkeit“ nicht vollends entkommen. Den kurz- bis mittelfristigen Investitionen stehen mittel- und langfristige Nutzen in Form von vermiedenen volkswirtschaftlichen Folgekosten, reduzierten Importen, regionaler Wertschöpfung und neuer Arbeitsplätze gegenüber. Doch wird dieses Ungleichzeitigkeitsproblem bereits absehbar gemildert, weil die Gesteungskosten von Strom aus Windenergie- und Photovoltaikanlagen in den letzten Jahren dramatisch gesunken sind und aller Voraussicht nach weiter sinken werden.

100% erneuerbare Energien: möglich, dezentral und bürgernah

Eine Energiewende-Welt mit 100% EE ist möglich, wenn ausreichende Kapazitäten aufgebaut werden und vielfältige Flexibilitätsoptionen für die Integration fluktuierend einspeisender Wind- und Solarenergieanlagen wirken können. Am Ende der Energiewende steht ein völlig neues, dezentrales, flexibles und dynamisches System. Versuchen wir weiterhin, das alte, auf konventionellen Großkraftwerken basierende System aufrecht zu erhalten, hat das seinen Preis. Es werden mehr Stromleitungen als in einem auf erneuerbare Energien basierenden System benötigt, unrentable fossile Kraftwerke künstlich am Leben gehalten und es wird mehr Geld für die Bereithaltung bezahlt werden müssen. Dass der „grundlastfähige“ Strom aus konventionellen Energien selbst bei deutlich höheren EE-Anteilen gar nicht gebraucht wird, zeigen die Länder Dänemark oder Portugal.

Dezentrale, regional organisierte Energieversorgung

Die Grundidee eines dezentralen Transformationsweges besteht darin, die regenerativen Energien mit der regionalen Ökonomie zu koppeln. Die zugrundeliegende Hypothese lautet: Die dezentrale, regional organisierte Energieversorgung – mit den Stichworten: regionale Marktplätze, Bilanzkreisverantwortung vor Ort, Verantwortung der Prosumentinnen und Prosumenten – ist zwar anspruchsvoll und voraussetzungsreich, sie hat aber neben auch potenziell wirtschaftlichem Nutzen vor allem ökologische und soziale Vorteile: Sie erhöht die Wertschöpfung vor Ort, sie vermeidet einen übermäßigen und von den Bürgern nicht gewollten Übertragungsnetzausbau, sie stärkt die regionale Identität und sie sichert auf Dauer die Akzeptanz des notwendigen weiteren Ausbaus von EE-Erzeugungsanlagen. Schließlich kann die Resilienz des Gesamtsystems steigen, wenn im Störfall regionale Teilnetze sich „einfach abnabeln“ und damit Kettenreaktionen im übergeordneten Netz vermieden werden können.

Ein Netzwerk aus dezentralen Produzenten und Verbrauchern

Das Leitbild der dezentralen Energiewende ist dabei nicht die regionale Autarkie. Ziel ist vielmehr eine Balance von regionaler Eigenversorgung (inklusive eines entsprechenden regionalen Wertschöpfungsanteils für die Prosumenten, Netzbetreiber und Energiedienstleister) und einer kostengünstigen Energieversorgung auch für die

Nicht-Prosumenten. Im Zentrum steht ein robustes regionales Prosumentennetzwerk, ein Netzwerk aus dezentralen Produzenten und Verbrauchern. Denn die Akzeptanz und Unterstützung der Bürgerinnen und Bürger ist eine notwendige Voraussetzung für einen Aus- und Neubau von EE-Anlagen in den nächsten Jahrzehnten in einer Größenordnung, die ein Mehrfaches der bereits installierten Leistung von knapp 100 Gigawatt vorsieht. Nur gemeinsam mit ihnen kann es gelingen, auf Schuldächern, privaten Häusern, Fabrikhallen und Bauernhöfen genügend Energie aus Wind, Sonne und Biomasse umzuwandeln. Mittel- und langfristig soll es zudem möglich sein, auch die Haushalte der Kommunen, Unternehmen und Bürger zu entlasten, weil die EE-Rendite („Die Sonne schickt keine Rechnung“) nicht von externen Investoren eingefahren wird. Auch ist es in regionalen Kontexten vermutlich leichter, die bisher eher abstrakt gebliebene Sektorkopplung in (Micro) *smart grids* (Intelligente Netze zur Energieversorgung) zu realisieren. Nahwärmeversorgung und verteilte Fahrzeugflotten – von Dienstwagenparks über Mietfahrzeugflotten bis zu Busbahnhöfen – sind die ersten Kandidaten für eine Kopplung mit dem Stromnetz. Sie lassen sich dezentral effizienter managen als zentral. Auch die Beteiligung von Nicht-Prosumenten wie Mietern und Dienstleistungsunternehmen ohne eigene Betriebsstätten ist über Mietstrommodelle dezentral einfacher zu organisieren.

Ohne Zweifel ist der Umbauprozess von heutigen zentralen Versorgungsstrukturen zu dezentralen und von vielen Beteiligten beeinflussten Strukturen mit großen Unsicherheiten verbunden. Die sind nicht zu vermeiden, weil nur in einer „offenen Situation“ bzw. in nicht-regulierten „ökologischen Nischen“ die nötigen Innovationen entstehen können (Geels 2007). Technische Innovationen, auch disruptive technische Konzepte wie die *blockchain*, die bisherige Techniken obsolet werden lassen, brauchen „Ergebnisoffenheit“. Steile Lernkurven bei den Speichertechniken oder unbeherrschbare Datensicherheitsprobleme in *smart grids* beispielsweise können ganz neue Optionen eröffnen oder für sicher gehaltene Optionen verschließen. Dabei sind es nicht nur die Energietechniken im engeren Sinne, die mit dem Übergang zu den relativ jungen Erneuerbaren Energien in teilweise hochdynamische Entwicklungsphasen geraten sind. Auch die Materialforschung und vor allem die Digitalisierung, also in erster Linie die Algorithmisierung von Steuerungs- und Kopplungsabläufen, die vorher entweder manuell oder gar nicht vorgenommen wurden, sind durch eine dynamische, teils schubweise beschleunigte Entwicklung gekennzeichnet. Die Digitalisierung steht für die Dialektik des gesamten Transformationsprozesses der Energiewende: sie ist Treiber für mehr Volatilität und zugleich potenzielles Instrument, die Volatilität zu reduzieren (Canzler, Knie 2013).

Kommunen als zentrale Akteure beim Klimaschutz

Die Kommunen sind die zentralen Akteure zur Umsetzung der Energiewende. Energieeinsparungen an öffentlichen Gebäuden spielen dabei genauso eine Rolle wie beispielsweise die Förderung des ÖPNV oder von CO₂-freien Innenstädten durch Elektromobilität. Aber es geht ebenso um die Schaffung von Transparenz, um eine verbesserte Information, um Bildung oder auch die Ausbildung von Entscheidungsträgern und Beratern. Die wirtschaftlichen Chancen für Kommunen sind groß: Neben einer direkten Wertschöpfung und der Schaffung von neuen Arbeitsplätzen, die beispielsweise durch neue Unternehmen im Bereich der erneuerbaren Energien entstehen, können ebenso indirekte Wertschöpfungseffekte generiert werden. Viele Kommunen beschlie-

ßen ehrgeizige Klimaschutzpläne und treiben aus diesem Motiv die Energiewende aktiv und dezentral an.

Der Klimaschutz ist überhaupt der stärkste Treiber für die Transformation der Energiesysteme mit dem Ziel ihrer Dekarbonisierung weltweit. Das gilt nicht nur für den Stromsektor, sondern ebenso für die Wärme- bzw. Kälteversorgung und für den Verkehr. Neben dem beschleunigten Ausbau der EE sind außerdem erhebliche Anpassungen bei den Energienetzen sowie beim Energiemanagement und neue Geschäftsmodelle sowie soziale Innovationen erforderlich. Absehbar stehen zudem eine systemdienliche Integration von Speichern, eine breite Partizipation der Bevölkerung durch deliberative Verfahren sowie wirtschaftliche Beteiligungsmodelle auf der Agenda. Die Transformation der Energiesysteme ist nicht allein eine ambitionierte technische und wirtschaftliche Herausforderung. Sie braucht eine andauernde gesellschaftliche Unterstützung und eine verlässliche politische Regulierung. Vor diesem Hintergrund ist eine ambitionierte und die einzelwissenschaftliche Spezialisierung überschreitende Energieforschung wichtiger denn je. Denn es gilt, die verschiedenen Dimensionen der Energiewende in interdisziplinärer Weise zu bearbeiten und vor allem die nicht-intendierten Effekte sowie die oft unterbelichteten gesellschaftlichen Folgen und Voraussetzungen zu untersuchen.

Fazit und Ausblick: aktuelle Energiewende-Politik

Die neue Bundesregierung muss – egal, wie sie sich zusammensetzt – die Energiewende und den Klimaschutz als zentrales Element auf der politischen Agenda platzieren. Die Klimakonferenz in Bonn hat einmal mehr eindrücklich gezeigt, dass der Klimaschutz schnell erfolgen muss, dass wir keine Zeit mehr haben. Wenn die Menschheit die globalen Treibhauseffekte stoppen will, muss sie Emissionen senken, und das so schnell wie möglich. Denn global steigen die Emissionen wieder, sie sinken nicht. Zeit zum Umsteuern also. Über 80 Prozent der Kohle-Ressourcen und über 60 Prozent der Öl- und Gas-Ressourcen müssen im Boden verbleiben wenn die Emissionen bis zur Mitte des Jahrhunderts um 80 bis 95% sinken sollen. Das bedeutet, dass nahezu alle Investitionen, die jetzt und in naher Zukunft getätigt werden, nicht in fossile oder atomare, sondern in erneuerbare Energien und Öko-Energien fließen sollten. Neben den erneuerbaren Energien brauchen wir mehr Anstrengungen für das Energiesparen und mehr klimaschonende Antriebstechnologien im Verkehrssektor.

Deutschland ist vom Vorreiter zum Nachzügler in Punkto Klimaschutz geworden. Die Bilanz der Klimaschutzpolitik der vergangenen beiden Legislaturperioden ist mau. Die Emissionen sinken nicht, sie steigen. Der Anteil des umweltschädlichsten Energieträgers in Deutschland, Braunkohle, ist so hoch wie nie. Die erneuerbaren Energien werden ausgebremst. Es gibt keine nachhaltige Verkehrspolitik, die auf Verkehrsvermeidung, Verlagerung und Elektrifizierung sowie Umwelt-, Klima- und Gesundheitsschutz setzt – auch nicht nach dem Dieselskandal. Die selbst gesteckten Klimaschutzziele werden verfehlt. Kluge Energiewende geht anders. Dabei müsste es umgekehrt sein: Kohle und Atom deckeln, Erneuerbare Energien forcieren.

Dabei dulden die Erfüllung der Klimaschutz-Ziele und die Umsetzung der Energiewende keinen Aufschub: Der Kohleausstieg muss heute eingeleitet und spätestens in den kommenden zwei Jahrzehnten abgeschlossen werden. So würde der Markt bereinigt und ausreichend Platz für erneuerbare Energien und in der Übergangszeit für Gaskraftwerke und mittelfristig mehr Speicher geschaffen werden. Die Klimaziele von

Paris geben das maximale Emissionsbudget auch im Stromsektor vor, das nicht überschritten werden sollte. Ähnlich wie beim Atomausstieg könnte so ausreichend Flexibilität geschaffen werden, um die Kraftwerksbetreiber im Rahmen des Strukturwandels und Umbaus zu unterstützen. Die ältesten und ineffizienten Kohlekraftwerke, die vor 1990 gebaut wurden, sollten möglichst rasch vom Netz. Dies würde den Umbau erleichtern. Die erneuerbaren Energien müssen weiter wachsen, am besten lastnah und dort, wo es dem System am meisten nützt. Es bedarf dezentraler Netze samt intelligenter Steuerung, um die Energiewende so kosteneffizient wie möglich zu machen. Dies gelingt natürlich nur, wenn der Strukturwandel klug begleitet wird. Anstatt „Kohleabwrackprämien“ für das Stilllegen von Kraftwerken zu bezahlen, die ohnehin vom Netz gegangen wären, sollten besser Finanzhilfen für betroffene Regionen und Beschäftigte bereitgestellt werden.

Problematische Technologieoffenheit – Verkehr und Netze

Der Umbau des Energiesystems muss heute eingeleitet, die Rahmenbedingungen für die kommenden Jahrzehnte müssen vorgegeben werden. Schnell warnen die Mahner: es müsse doch Innovationen und einen Wettbewerb um die besten Technologien geben. Die viel gepriesene „Technologieoffenheit“ im Rahmen einer Transformation des kompletten Energiesystems kann zu Fehlentwicklungen, einseitigen Ausrichtungen und Log-in-Effekten führen, die man durchaus vermeiden kann. Technologieoffenheit kann zu erheblichen Diskriminierungen von für die Energiewende wichtigen Technologien führen. Beispiel Verkehr: Die Emissionen müssen in den kommenden fünfzehn Jahren halbiert werden. Die Erfüllung der Treibhausgasminderungen im Verkehrssektor hat unbequeme Wahrheiten zur Folge, die kein politischer Entscheidungsträger gern offen ausspricht. Es kann nicht weitergehen wie bisher. Es wird weniger und optimierten Verkehr geben müssen. 45 Millionen Fahrzeuge, die durchschnittlich knapp 23 Stunden am Tag herumstehen, wird es nicht mehr geben können. „Autogerechte Städte“ werden zu „Menschengerechten Städten“. Die Digitalisierung wird die Mobilitätsdienstleistungen völlig verändern, hin zu *Car Sharing* und *autonomen Fahren*.

Da die erneuerbaren Energien im Zentrum des künftigen Energiesystems stehen werden, ist eine direkte Elektrifizierung des Verkehrs technologisch und wirtschaftlich effizient und mit einem realisierbaren Zubau der Anlagen vereinbar. Die Einbindung von Batterien kann systemdienlich zur Stromspeicherung und Entlastung der dezentralen Netze beitragen. Der Güterverkehr kann ebenso mit elektrischen LKWs oder aber direkt auf der Schiene stattfinden. Für lange Distanzen bieten sich flüssige Treibstoffe an, die aus erneuerbaren Energien gewonnen werden, wie beispielsweise *Power to Gas*. Der großflächige Einsatz von Power to Gas oder Wasserstoff für alle Verkehrsbereiche würde einen bis zu siebenfachen Mehr-Ausbau erneuerbarer Energien nach sich ziehen. Und es bedarf einer adäquaten Infrastruktur, die heute errichtet werden muss. „Technologieoffenheit“ kann zu erheblichen Fehlentwicklungen führen, welche „*sunk investments*“ (verlorene Erstinvestitionen) nach sich ziehen. Mehrere unterschiedliche Infrastrukturen aufzubauen, ist teuer und ineffizient.

Bei den Ausschreibungen erneuerbarer Energien würde Technologieoffenheit vor allem preiswerte Anlagen, somit *onshore-Windanlagen* favorisieren. Zum Gelingen der Energiewende sind aber ebenso lastnahe Stromerzeugungsanlagen wichtig, die Energie bedarfsgerecht und versorgungssicher herstellen. Dazu können Solaranlagen oder Biomasse-Kraft-Wärme-Kopplungsanlagen genauso gehören wie mittelfristig jedwede

Speicherlösungen. Diese würden bei technologieoffenen Ausschreibungen kaum eine Chance bekommen.

Wenn man schon unbedingt markt- statt planwirtschaftliche Lösungen einbringen will, sollte man bei den Netzentgelten anfangen. Die staatlich garantierten Traumrenditen für Netzbetreiber führen zu hohen Netzentgelten und Kosten für Verbraucher. Man könnte systemdienliche Ausschreibungen auch für Netze einführen, ähnlich wie es jüngst die Monopolkommission vorgeschlagen hat. Müssten sich auch die Netzbetreiber einem Wettbewerb um günstigste Lösungen stellen, würden die Kosten sicherlich sinken können, und wir könnten einen optimierten und auf Systemdienlichkeit ausgerichteten Netzbedarf steuern und umsetzen.

Die Energiesteuern müssen reformiert werden. Strom ist zu stark, fossile Energien allen voran Diesel, viel zu niedrig besteuert. Eine konsequent auf Klimaschutz ausgerichtete Steuerreform sollte vor allem die Nutzung von Heizöl, Diesel und Benzin deutlich stärker besteuern. Die Steuereinnahmen sollten für die energetische Gebäudesanierung und den Umbau des Verkehrssystems genutzt werden, sodass die umweltbewussten Heizungs- und Autokäufer finanziell bevorteilt werden.

Klimaschutz schafft Arbeitsplätze, Deutschland ist Weltmarktführer als Anbieter von Klimaschutztechnologien, über zwei Millionen Menschen arbeiten in diesem Sektor. Eine jüngst veröffentlichte Studie des BDI bestätigt ebenfalls, dass Klimaschutz sich wirtschaftlich lohnt und die Wirtschaft und Industrie stärkt. Durch Investitionen in klimaschonende Zukunftsmärkte werden Investitionen und Wertschöpfung geschaffen, Arbeitsplätze generiert. Ökonomie und Ökologie sind zwei Seiten einer Medaille.

Es sind überall große Schritte in Richtung Klimaschutz erforderlich. Die Industriestaaten müssen die Investitionen in Klimaschutz forcieren und kanalisieren. Erneuerbare Energien bringen Wertschöpfung und Wohlstand und vermeiden Ressourcen- und Klima-Kriege. Erneuerbare Energien schaffen somit ebenso Partizipation und können die Demokratie stärken. Klimaschutz ist das beste Friedensprojekt, das wir derzeit haben – für alle Länder in der Welt.

Literatur

- Bundesregierung (2016) Klimaschutzplan 2050, Berlin 2016
http://www.bmub.bund.de/fileadmin/Daten_BMU/Download_PDF/Klimaschutz/klimaschutzplan_2050_bf.pdf
- Canzler, W., Knie, A. (2013): *Schlaue Netze. Wie die Energie- und Verkehrswende gelingt*, München
- Canzler, W. Knie, A. (2016): *Mobility in the age of digital modernity: why the private car is losing its significance, intermodal transport is winning and why digitalisation is the key*, in: *Applied Mobilities*, Vol. 1, DOI: 10.1080/23800127.2016.1147781.
<https://doi.org/10.1080/23800127.2016.1147781>
- Geels, Frank W., and Johan Schot. 2007. "Typology of sociotechnical transition pathways." *Research Policy* 36(3):399–417. doi:10.1016/j.respol.2007.01.003.
<https://doi.org/10.1016/j.respol.2007.01.003>
- Großklos, M., Schaede, M. (2016): *Gebäude mit Energiegewinn. Schritt zum Energieüberschuss in Neubau und Bestand*, Stuttgart.
- Kemfert, C: *Das fossile Imperium schlägt zurück*, Murmann 2016
- Kemfert, C., Opitz, P., Traber, T., Handrich, L. (2015) *Deep Decarbonization in Germany A Macro-Analysis of Economic and Political Challenges of the 'Energiewende' (Energy Transition)*, Politikberatung kompakt 93/2015

- Öko-Institut (2015): Die Umlage des Erneuerbaren-Energien-Gesetzes (EEG). Hintergründe, Trends, Treiber und Perspektiven. Kurzstudie für das Ministerium für Umwelt, Klima und Energiewirtschaft Baden-Württemberg, Berlin, 8. November 2015 (<https://www.oeko.de/oekodoc/2448/2015-605-de.pdf>).
- Sachverständigenrat für Umweltfragen der Bundesregierung (2017): Umsteuern erforderlich: Klimaschutz im Verkehrssektor, Berlin 2017
- Sachverständigenrat zur Begutachtung der gesamtwirtschaftlichen Entwicklung (2016): Jahresgutachten 2016/2017, Zeit für Reformen, Wiesbaden 2016
- Umweltbundesamt (2016): Übersicht zur Entwicklung der energiebedingten Emissionen und Brennstoffeinsätze in Deutschland 1990–2014, Berlin 2016
http://www.umweltbundesamt.de/sites/default/files/medien/376/publikationen/uebersicht_zur_entwicklung_der_energiebedingten_emissionen_und_brennstoffeinsaetze_in_deutschland_1990-2014_web.pdf