

# Dimensionen für die Ausgestaltung der deutschen Energiewende

Anna Pechan<sup>1</sup>, Linda Neubauer<sup>1</sup>, Micha Steinhäuser<sup>1</sup> und Eva Schmid<sup>2</sup>

Projekt de.zentral

Bericht

Juni 2014

<sup>1</sup>Carl von Ossietzky Universität Oldenburg, Department für Wirtschafts- und Rechtswissenschaften

<sup>2</sup>Potsdam- Institut für Klimawandelfolgen(PIK)

Kontakt: [Anna.Pechan@uni-oldenburg.de](mailto:Anna.Pechan@uni-oldenburg.de)

Das Projekt de.zentral wird im Rahmen der Sozial-Ökologische Forschung (SÖF) im Förderschwerpunkt „Umwelt- und gesellschaftsverträgliche Transformation des Energiesystems“ vom Bundesministerium für Bildung und Forschung unterstützt (Förderkennzeichen 03EK3523A).

---

## 1. Einleitung

Die Bundesregierung hat 2010 ein umfangreiches Gesetzespaket beschlossen und im Zuge dessen die Energiewende eingeleitet (Bundesregierung 2010). Damit ergeben sich weitreichende Konsequenzen für das deutsche Energiesystem und seine Einbettung in den europäischen Markt. Zugleich ist die konkrete Ausgestaltung der Energiewende in vielen Punkten noch offen und umstritten: Soll das Energiesystem dezentral und verbrauchsnahe ausgestaltet werden oder eher zentral und an den Standorten mit dem höchsten Dargebot? Und welche institutionellen und technischen Gestaltungsmöglichkeiten unterstützen die eine oder die andere Richtung? Diesen Fragen gehen Forscherinnen und Forscher des Projekts de.zentral nach.

Bislang gibt es nur wenige Studien, die konkretisieren, wodurch sich ein zentrales bzw. dezentrales Energiesystem auszeichnet. Ziel dieses Papiers ist es, wesentliche Dimensionen eines zukünftigen Energiesystems zu erfassen, um zentrale und dezentrale Narrative zu entwickeln. Der Fokus liegt dabei auf dem Strommarkt. Dies erfolgt auf Basis einer Literaturrecherche und den Ergebnissen eines Workshops, der im Rahmen des Projektes mit ausgewählten Experten aus der Praxis im Februar 2014 durchgeführt wurde.

Es zeigt sich, dass sich eine strenge Dichotomie zwischen zentral und dezentral nicht aufrechterhalten lässt. Sie bildet die tatsächlichen Konfliktlinien und Determinanten von Entwicklungspfaden nur unzureichend ab. Vielmehr stehen die Frage der Koordinationsebene und der Einbindung der Stromnachfrager im Vordergrund.

## 2. Dimensionen von De/Zentralität in der Literatur

Mittels einer Literaturrecherche wurden die bestehenden Vorstellungen von De/Zentralität analysiert. Zum einen wurden die Perspektiven der Stakeholder anhand von Positionspapieren oder ähnlichen Veröffentlichungen erfasst, die zum Workshop eingeladen wurden bzw. Praxispartner im Projekt sind. Zum anderen wurden Studien mit Energiesystemszenarien nach Definitionen von De/Zentralität untersucht.

### a) Perspektiven der de.zentral Stakeholder

Unter den verschiedenen Akteuren ist die Einschätzung unumstritten, dass „[d]as Energiesystem [...] zunehmend [...] dezentraler ausgerichtet sein [wird].“ (Vattenfall 2014). Hauptsächlich wird der Begriff in Positionspapieren und Stellungnahmen in Bezug auf die Energieerzeugung bzw. –versorgung verwendet. Wie eine dezentrale Energieerzeugung konkret aussehen kann, wird meist jedoch nicht ausgeführt. Wenn Technologien in diesem Zuge genannt werden, sind diese vor Allem erneuerbare Energien, virtuelle Kraftwerke, Nutzung von Erdwärme und KWK-Anlagen (z.B. VZBV 2012). Zudem wird ganz allgemein von dezentraler Infrastruktur gesprochen (VKU 2008). Die Netzbetreiber Vattenfall und 50Hertz betonen, dass dezentrale Erzeugung nicht zwingend mit einer Verbrauchsnähe einhergeht bzw. synonym zu einer geographischen Verteilung zu verstehen ist (Vattenfall 2014, 50Hertz 2013). Zentralen Stromerzeugungseinheiten wird zum Teil eine weiterhin bzw. übergangsweise tragende Rolle zugestanden.

Auch mögliche bzw. erstrebenswerte Ausgestaltungen des Strommarktdesigns werden als „dezentral“ beschrieben. Vereinzelt werden einem so organisierten Markt weitere Attribute, wie z.B. demokratisch, unterstellt, und als unabhängig von Großverbrauchern gesehen (vgl. Crowdenergy 2013). Als institutionelle Innovation wird von BDEW und 8KU ein dezentraler Leistungsmarkt, d.h. ein Markt für Versorgungssicherheitsnachweise bzw. Leistungsverpflichtungen, vorgeschlagen (BDEW 2013, 8KU 2013). Demnach soll ein solcher Kapazitätsmarkt nicht zentral organisiert werden, sondern durch die Nachfrage nach Versorgungssicherheit ‚dezentral‘ erfolgen.

Der Verbraucherzentrale Bundesverband (VZBV) verwendet den Begriff dezentral auch in Verbindung mit politischer und administrativer Verantwortung für die Energiewende, die mehr auf die Länder und Kommunen übertragen werden könne (z.B. in Bezug auf regionalen Netzausbau, Ausbau von Fernwärme) (VZBV 2013). Zugleich schlägt die VZBV vor, ein Bundesamt für Energie für eine Verbesserung der Koordination (zentral) zu gründen.

## **b) De/Zentralität in Szenarien**

In den vergangenen Jahren haben Forschungsinstitute als auch Interessensverbände eine Vielzahl von Szenarien über den deutschen Energiemarkt veröffentlicht (für eine Übersicht siehe z.B. AEE 2012, Schmid et al. 2013). Nur eine kleine Anzahl der Studien differenziert jedoch explizit zwischen zentralen und dezentralen Szenarien.

Das Umweltbundesamt hat drei Szenarien entwickelt, die sich im Grad der Vernetzung innerhalb Deutschlands und der grenzüberschreitenden Stromversorgung, sowie den Ausbaustandorten von erneuerbaren Energien unterscheiden (Klaus et al. 2012). Im Szenario „Lokal-Autark“ dominieren kleinräumige, dezentrale Strukturen ohne jegliche Vernetzung nach außen. Ein Stromhandel innerhalb Deutschlands findet nicht statt (vgl. Peter 2013). Im „Regionenverbund“ findet ein Austausch innerhalb Deutschlands und nur begrenzt über die Staatsgrenzen hinweg statt (vgl. Klaus et al. 2010). Wohingegen im Szenario „International-Großtechnik“ die Vernetzung in Europa stark ausgebaut ist und erneuerbare Energien großtechnisch dort installiert werden, wo sie am kostengünstigsten produzieren.

Auch die Szenarien Zentral und Dezentral des Reiner Lemoine Instituts unterscheiden sich anhand der Ausbaustandorte von erneuerbaren Energien voneinander (Breyer et al. 2013): Im zentralen Szenario werden sie dort gebaut, wo die Stromgestehungskosten am niedrigsten sind, im dezentralen Szenario gibt es regionale Vorgaben des EE Zubaus. In ähnlicher Weise differenziert die Studie der Agora Energiewende zwischen einem verbrauchsnahe EE Ausbau und einem Ausbau an den besten Standorten, wenngleich die Szenarien nicht explizit dezentral bzw. zentral betitelt sind (Agora Energiewende 2013).

Eine weitere Studie, die explizit de/zentrale Szenarien abbildet, stammt vom Leibniz-Institut für Raumentwicklung und Strukturplanung (Gailing et al. 2013). Hier liegt der Fokus statt auf der technischen Ausgestaltung auf den Governance-Strukturen der Energiewende. Die Planung und Steuerung des Netzausbaus sowie des Ausbaus der EE Zentrale wird dabei entweder top down (zentral) oder bottom-up (dezentral) forciert.

### 3. Dimensionen der Energiesystementwicklung in de.zentral

Die Ergebnisse des Stakeholderworkshops werden im Folgenden anhand eines im Workshop entworfenen Koordinatensystems und des TAI Ansatzes beschrieben und soweit notwendig ergänzt. Zugrunde liegt stets die Annahme eines hohen Anteils erneuerbarer Energien an der Stromproduktion.



Abbildung 1: Dimensionen der Energiesystementwicklung [Ergebnis Stakeholderworkshop; eigene Darstellung]

Im Koordinatensystem beschreibt die vertikale Achse die „Aktivität“ oder „Passivität“ der Konsumenten. Die horizontale Achse zeigt unterschiedliche Ebenen der Koordination - von nachbarschaftlich bzw. lokal organisierten Koordinationsmechanismen hin zur EU-Ebene – auf. Hieraus ergeben sich die vier Quadranten, bzw. de.zentral-Dimensionen: 1) Lokal koordiniert + aktive Konsumenten; 2) Lokal koordiniert + passive Konsumenten; 3) EU koordiniert + aktive Konsumenten; sowie 4) EU koordiniert + passive Konsumenten.

Um die Ergebnisse mit dem analytischen Ansatz von de.zentral „Technik-Akteure-Institutionen“ fassbar zu machen, werden die einzelnen Achsen anhand dieses Schemas beschrieben. Institutionen sind in diesem Zusammenhang gesellschaftliche Regeln, die sowohl als Norm, als gesetzliche Vorschrift oder Förderinstrument, oder als Regel am Markt zutage treten können. Organisationen fassen wir unter dem Begriff Akteure zusammen. Technologien beschreiben Erzeugung-, Netz-, Verbraucher- und Speichertechnologien.

Die Beschreibungen der Achsen geben wieder, durch welche Technik, Akteure und Institutionen sich die jeweilige Ausprägung auszeichnen *könnten*. Sie sind nicht die Ergebnisse wissenschaftlicher Forschung. Es wird dadurch weder ein Anspruch auf Vollständigkeit noch auf Konsistenz erhoben. Im Gegenteil werden diese Aspekte erst im laufenden Projekt untersucht.

#### **a. Lokale Koordination**

##### *Technik*

Durch den vorrangigen Ausbau regionaler Verteilnetze (Niedrig- und Mittelspannung) wird der intensivierte regionale Zubau von EE ermöglicht. Dabei erfolgt auch der Ausgleich von Erzeugung und Nachfrage durch regionale Reservekapazität und Speicher. Von besonderer Bedeutung für den regionalen Aufbau an Reservekapazität ist der Einsatz von KWK-Anlagen. Durch die Nutzung der Abwärme erreichen die Anlagen einen sehr hohen Wirkungsgrad und können so auch bei nur gelegentlichem Betrieb gewinnbringend betrieben werden. Durch Wärmespeicherung wird ein flexibler, lastgeführter Betrieb der KWK-Anlagen ermöglicht. Bei den Kraftwerksanlagen handelt es sich um größere Heizkraftwerke, GuD-Kraftwerke und kleinere Block- und Heimkraftwerke mit kleinen Gasturbinen, Motoren, oder Brennstoffzellen. Diese werden aufgrund der Wärmenutzung weitgehend verbrauchernah aufgebaut. Zur lokalen Speicherung werden neben dem lastgeführten Einsatz von Wärmepumpen die Batterien genutzt. Der wirtschaftliche Einsatz von Batterien und Brennstoffzellen erfordert einen koordinierten Einsatz. Dabei können Kommunikationstechnologien eine wichtige Rolle spielen.

##### *Akteure*

Auf der Nachfrageseite finden sich weiterhin private und gewerbliche Akteure. Erzeuger von Strom sind Stadtwerke, Energie-Genossenschaften, sowie weitere Bürgerinitiativen (z.B. Vereine) oder neue Organisationsforen. Sie übernehmen neben der Erzeugung auch die Verteilung des Stroms (z.B. in Netzgenossenschaften). Zudem gibt es Intermediäre die Demand-Side-Management anbieten. Die großen EVUs haben ihr Geschäftsfeld verlagert, z.B. auf Systemdienstleistung, und spielen weiterhin eine wichtige Rolle. Das Stromnetz wird durch Gremien auf lokaler/regionaler Ebene kontrolliert. Industrielle Unternehmen sind mit ihren eigenen Kraftwerken ein fester Bestandteil der regionalen Energieversorgung. Neben den etablierten bilden sich neue Organisations- und Kooperationsformen heraus (z.B. interkommunale Flächennutzungsplanung, Stadt-Umland-Kooperationen, etc.).

##### *Institutionen*

Die Koordination auf lokaler Ebene basiert auf einer starken Wertschätzung der lokalen Wertschöpfung und der Gestaltungsmöglichkeit „an der Basis“. Gemeinschaftliche Entscheidungen haben ein hohes Ansehen. Sie werden auf der lokalen/regionalen Ebene getroffen (z.B. Netzausbauplanung). Um die Versorgungssicherheit zu gewährleisten, sind Fördermechanismen für den Ausbau der (Verteil-)Netzstruktur auf der lokalen bzw. regionalen Ebene, sowie für ausreichend Erzeugungskapazitäten und Stromspeicher notwendig (z.B. durch regionale Kapazitätsmärkte). Der Strom wird in regionalen bzw. lokalen Zonen gehandelt. Insgesamt sind die involvierten Akteure stark durch regionale Netzwerke verbunden. In den Stromverträgen werden Anreize geschaffen, um die Nachfrageelastizität der privaten und gewerblichen Kunden zu erhöhen und somit das lokale/regionale Demand-Side Management zu stärken.

## **b. Koordination durch die EU**

### *Technik*

Eine Koordination auf europäischer Ebene ermöglicht den großräumigen Ausbau von Übertragungsnetzen im Höchstspannungsbereich, teilweise unter Nutzung der Hochspannungs-Gleichstrom-Übertragung (HGÜ). Dadurch werden möglichst effizienter Standorte für Erzeugung und Speicherung von Strom erschlossen. Als Speichertechnologie kommt damit dem Einsatz von Pumpspeicherkraftwerken an geeigneten Standorten eine wichtige Bedeutung zu. Auch die intensive Nutzung ertragsreicher Standorte von Erneuerbaren Energien, wie Wind-Offshore im Norden und CSP Anlagen im Süden wird ermöglicht. Daneben führen der erweiterte Ausbau des Übertragungsnetzes und der Bau von Pumpspeicherwerken auch deutliche Vorteile für den Betrieb von konventionellen Großkraftwerken (Atom und Kohle) mit sich, auch wenn diese seltener zum Einsatz kommen. Auch der Einsatz von Großtechnologien, wie Power-to-Gas, erfordert eine überregionale Koordinierung.

### *Akteure*

Auf der Nachfrageseite finden sich weiterhin private und gewerbliche Akteure. Die Angebotsseite wird durch große EVUS und Stadtwerke dominiert, da großskalige Anlagen besonders profitabel sind. Nur wenige kleinere Akteure können dies aufbringen. Einige kleine Betreiber haben sich daher zu virtuellen Kraftwerken in Form von europäischen Energiegenossenschaften zusammengeschlossen. Überregionale Netzbetreiber bzw. ein europäischer Systemoperator managen das Stromnetz. Neue Akteure sind die europäische Regulatorsbehörde und das EU Kartellamt, denen die Marktaufsicht obliegt. Sie sind dem Generaldirektion Energie und Verkehr untergeordnet.

### *Institutionen*

Es herrscht ein großes Vertrauen in die Behörden und das Strommarktmanagement der EU. Das Ziel der Kostenminimierung der Stromerzeugung und Verteilung hat höchste Priorität; Energiesicherheit spielt vor allem auf der europäischen Ebene eine Rolle.

Ebenfalls auf der EU-Ebene angesiedelt sind Anreizmechanismen für ausreichende Erzeugungskapazität an den günstigsten Standorten und die Förderung länderübergreifender Netzstrukturen (Europäischer Netzentwicklungsplan). Es gibt einen europäischen Binnenstrommarkt, der ggf. durch Market Splitting bei Engpässen in verschiedene Zonen unterteilt wird. Um die Ausübung von Marktmacht zu verhindern, wird das Stromnetz bzw. der der Strommarkt durch die EU-Regulierungsbehörde bzw. das EU-Kartellamt beaufsichtigt.

## **c. Aktive Konsumenten**

### *Technik*

Durch verbesserte Energie-Effizienz und Einsparung von Verbrauch, können Konsumenten einen aktiven Beitrag bei der Ausrichtung des Energiesystems leisten. Dabei werden sie durch die moderne Technik in Verbrauchsgeräten unterstützt. Darüber hinaus wird es vor allem durch den verstärkten Einsatz von Kommunikationstechnologien im Zusammenspiel mit flexibel steuerbaren Verbrauchs- und Erzeugungsgeräten (sogenannte Smart-Technologie) einer großen Zahl von Konsumenten ermöglicht, aktiv am Ausgleich von Erzeugung und Nachfrage mitzuwirken. Bei voranschreitender Forschung und Entwicklung werden Batterien und kleine Erzeugungseinheiten, wie Heimkraftwerke mit Brennstoffzellen hier zu wichtigen Technologien.

## *Akteure*

Im Wesentlichen ändert sich auf dieser Achse im Vergleich zur heutigen Situation die Rolle der Nachfrager. Sowohl industrielle als auch private Konsumenten passen ihre Nachfrage dem Angebot an, sodass dem kurzfristigen Preismechanismus als Koordinierungsinstrument eine höhere Bedeutung zugemessen wird. Die Koordinationsleistung (Redispatch, Reservemarkt) die heute durch Übertragungsnetzbetreiber ausgeführt wird, wird dadurch reduziert. Versorgungsunternehmen binden das preiselastische(re) Verhalten der Konsumenten in die Produktions- und Fremdbezugsentscheidungen mit ein und wälzen das Risiko unerwartet hoher Preise in Spitzenlastzeiten auf den Konsumenten ab. Erzeuger sind sowohl die Konsumenten selber („Prosumer“), als auch lokale und überregionale Produzenten.

Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber behalten die Verantwortung für die Systemstabilität, die jedoch aufgrund der lokalen Preissignale und entsprechender Anpassung der Nachfrage leichter aufrecht zu erhalten ist. Insbesondere der Verteilnetzbetreiber unterstützt seine Kunden durch das Bereitstellen entsprechender intelligenter Technologien aktiv in der Rolle als aktive Konsumenten. Neue Akteure am Markt sind Unternehmen für Informationstechnologien, die gemeinsam (oder als integrierter Unternehmensbestandteil, z.B. EWE) mit den Netzbetreibern für die Systemsicherheit verantwortlich sind. Für die Kontrolle der IT Dienstleister (die regionale Monopole bilden könnten) und der IT Infrastruktur erhalten bestehende Behörden (z.B. Landesregulierungsbehörden) weitere Kompetenzen.

## *Institutionen*

Die Realisierbarkeit und Förderung einer aktiven Nachfrage basiert auf einem Grundvertrauen in den technischen Fortschritt und erfordert ein progressives, aktives und risikofreudiges Verhalten der Akteure. Notwendig sind Förderinstrumente zur Forschung, Finanzierung und Installation intelligenter Netze und intelligenter Zähler. Zudem werden Regeln zum Betreiben der IT-basierten Netze geschaffen (Ausschreibungen von Konzessionen) und Kontrollmechanismen zur Überwachung der lokalen Preise (wegen potentieller Marktmacht) gesetzt.

Lokale bzw. regionale Preise lösen den derzeitigen deutschlandweiten Einheitspreis ab, damit die richtigen Preissignale gesetzt werden, also Engpässe im Preis mit abgebildet werden.

Vertragsdifferenzierungen in den Konsumentenverträgen geben Anreize zur Anpassung der Nachfrage an das Angebot, ohne dabei hohe Transaktionskosten zu verursachen (automatische Anpassung durch entsprechende IT-Anwendungen).

## **d. Passive Konsumenten**

### *Technik*

Auch bei einer nicht aktiven Einbindung der Konsumenten zum Ausgleich von Nachfrage und Erzeugung, kann auf Smart-Technologien zur Steuerung von Nachfrage und der Erzeugung von Kleinanlagen zurückgegriffen werden (sogenannte virtuelle Kraftwerke). Alternativ können hier aber wie im bisherigen Energiesystem größere Anlagen, wie Heizkraftwerke und GuD-Anlagen als Reserve bereitgehalten werden. Auch zur Speicherung von Strom kann auf größere Anlagen, wie Pumpspeicher zurückgegriffen werden.

## *Akteure*

Den Extremfall bilden in auf dieser Achse Konsumenten mit Flatrate-Verträgen wie heute, die vollkommen unabhängig von kurzfristigen Knappheitssignalen Elektrizität konsumieren. Auch Vorhaben, die Industrie stärker am Lastmanagement zu beteiligen (abschaltbare Lasten), werden nicht weiter forciert.

Eine weniger stark ausgeprägte Variante stellen passive Konsumenten mit Vertragsdifferenzierungen und ferngesteuerter Nachfrage dar. D.h., dass entsprechende Vertragsklauseln das ferngesteuerte Abschalten der Last beim überschreiten eines vorab festgelegten Preises oder einer maximal zu konsumierenden Menge erlauben. In diesem Fall sind Institutionen und weitere Akteure identisch mit denen der aktiven Konsumenten, außer dass das vertragskonforme Verhalten des Bilanzkreisverantwortlichen kontrollierbar gemacht werden muss (z.B. über eine öffentlich verfügbar und gemein verständliche Plattform über Preise und Engpässe).

Das Angebot wird weiterhin von großen EVUs dominiert und durch einen größeren Handel mit EVUs im Ausland gekennzeichnet sein. Kleinere Anbieter, insbesondere die fluktuierender Erzeugungseinheiten, können langfristig im integrierten Markt nicht bestehen, da der Risikoaufschlag für mögliche Ausfälle für sie nicht finanzierbar ist. Große Anbieter können ihre fluktuierenden Anlagen räumlich verteilen und ggf. auf konventionelle Anlagen zurückgreifen, so dass sich ihr Risiko verringert.

Der Bilanzkreisverantwortliche hat weiterhin eine (finanzielle) Mitverantwortung für die Systemstabilität. Die Kosten hierfür kann er auf den passiven Konsumenten als Risikoaufschlag weitergeben. Die Verteilnetz- und Übertragungsnetzbetreiber behalten die Verantwortung für die Systemstabilität. Durch den zunehmenden internationalen Handel und die Integration fluktuierender Erzeugung nimmt die Verantwortung der Übertragungsnetzbetreiber an Bedeutung zu.

Den überregionalen (BNetzA) und europäischen Behörden (ENTSO-E) kommt eine wichtige Koordinationsfunktion zu, z.B. für den grenzübergreifenden Netzausbau.

## *Institutionen*

Erfolgt keine ferngesteuerte Anpassung der Nachfrage, liegt eine konservative, innovationskritische und technologieskeptische Grundhaltung der Akteure zugrunde. Um in diesem Fall die Systemstabilität unter Annahme der Integration fluktuierender Erzeugung zu garantieren, sind Regeln und Koordinierungsleistungen insbesondere auf den übergeordneten Ebenen (Bund, EU) notwendig. Die Intensivierung eines europäischen Strombinnenmarktes (Mehr Handel zur Reduktion regionaler Engpässe) und die Förderung des Ausbaus grenzübergreifender Übertragungsnetzkapazitäten reduzieren das Risiko für Ausfälle oder extrem hohe Preise zu Zeiten ohne Wind und Sonne. Um die Bereitstellung von Back-up Kapazitäten langfristig zu garantieren werden auf nationaler Ebene Mechanismen wie ein Kapazitätsmarkt genutzt.

Wird hingegen die Anpassung der Nachfrage ferngesteuert, ist der Lastabwurf vertraglich geregelt. Die technische Steuerung der Geräte und ggf. Abwurf von Netz übernimmt der Systemdienstleister (Bilanzkreisverantwortlicher). Das vertragskonforme Verhalten des Bilanzkreisverantwortlichen ist kontrollierbar (z.B. über eine öffentlich verfügbar und gemein verständliche Plattform über Preise und Engpässe).



## 4. Ausblick

Aus dem Stakeholderworkshop sowie den Positionspapieren verschiedener Akteure des Strommarktes geht hervor, dass sich die Dichotomie zwischen zentral und dezentral kaum aufrechterhalten lässt. Die tatsächlichen Konfliktlinien und Determinanten von Entwicklungspfaden finden sich vielmehr bei der Frage der angemessenen Koordinationsebene sowie der zeitlichen Flexibilität der Stromnachfrage bzw. des Stromangebots. Diese unterschiedlichen Dimensionen sind Forschungsgegenstand des Projekts de.zentral.

## Literatur

- 50Hertz (2013). Häufig gestellte Fragen zur Energiepolitik. Berlin (Germany). 50Hertz Transmission GmbH.
- 8KU (2013). Die Instrumente der Energiewende schärfen: Eckpunkte zum Einstieg in den Systemwechsel. Hintergrund.
- AEE (2012). Studienvergleich: Entwicklung der Stromerzeugung aus Erneuerbaren Energien und des Strommixes in Deutschland. Berlin (Germany). Agentur für Erneuerbare Energien.
- Agora Energiewende (2013). Kostenoptimaler Ausbau der Erneuerbaren Energien in Deutschland - Ein Vergleich möglicher Strategien für den Ausbau von Wind- und Solarenergie in Deutschland bis 2033. Berlin (Germany). Agora Energiewende.
- BDEW (2013, September). Ausgestaltung eines dezentralen Leistungsmarkts. Positionspapier.
- Breyer, C., B. Müller, C. Möller, E. Gaudchau, L. Schneider, K. Gajkowski, M. Resch, and G. Pleßmann (2013). Vergleich und Optimierung von zentral und dezentral orientierten Ausbaupfaden zu einer Stromversorgung aus erneuerbaren Energien in Deutschland. Technical report, Reiner Lemoine Institut, Berlin (Germany).
- Bundesregierung (2010). Energiekonzept für eine umweltschonende, zuverlässige und bezahlbare Energieversorgung. Berlin (Germany).
- Crowdenergy (2013). Energiegenossenschaft und Crowdinvesting II. <https://www.crowdener.gy/-blog/energiegenossenschaften-und-crowdinvesting-ii/>. accessed on 2014-06-12.
- Gailing, L., F. Hüesker, K. Kern, and A. Röhring (2013, Dezember). Die räumliche Gestaltung der Energiewende zwischen Zentralität und Dezentralität. working paper 51, Leibniz-Institut für Regionalentwicklung und Strukturplanung.
- Klaus, T., C. Vollmer, K. Werner, H. Lehmann, and K. Müschen (2010). Energieziel 2050: 100% Strom aus erneuerbaren Quellen. Dessau-Roßlau (Germany). Umweltbundesamt.
- Klaus, T., C. Vollmer, K. Werner, H. Lehmann, K. Müschen, C. Pape, M. Sterner, S. Peter, and M. Nowakowski (2012). Lokale Autarkie vs. Stromverbund - Szenarien für eine zukünftige Stromversorgung. Technical report, Umweltbundesamt.
- Peter, S. (2013). Modellierung einer vollständig auf erneuerbaren Energien basierenden Stromerzeugung im Jahr 2050 in autarken, dezentralen Strukturen. Technical Report Climate Change 14/2013, Umweltbundesamt, Dessau-Roßlau (Germany).
- Schmid, E., M. Pahle, and B. Knopf (2013). Renewable electricity generation in Germany: A meta-analysis of mitigation scenarios. *Energy Policy* 61(C), 1151–1163.
- Vattenfall (2014). Die neue Energielandschaft. <http://corporate.vattenfall.de/energie-im-fokus/die-neue-energielandschaft/>. accessed on 2014-06-12.
- VKU, B. (2008). Städte, Gemeinden und ihre Stadtwerke – Motor der Energiewende. Berlin (Germany). Bundesministerium für Umwelt, Naturschutz und Reaktorsicherheit; Verband kommunaler Unternehmen.
- VZBV (2012). Energie 2050 – sicher, sauber, bezahlbar – die Energiewende verbrauchergerecht gestalten. Berlin (Germany). Verbraucherzentrale Bundesverband.
- VZBV (2013). Sieben Schritte zum Gelingen der Energiewende. Berlin (Germany). Verbraucherzentrale Bundesverband.